

Dt57

RIJKSUNIVERSITEIT - GENT
Faculteit van de Landbouwwetenschappen
LEERSTOEL VOOR DIERKUNDE

BIJDRAGE TOT DE STUDIE

VAN DE BODEMFAUNA

IN DE AZALEATEELT

A. HEUNGENS

GENT Rijksuniversiteit
Faculteit Landbouwwetenschappen
Centrale Bibliotheek

PROEFSCHRIFT VOORGEDRAGEN TOT HET
BEKOMEN VAN DE GRAAD VAN DOCTOR IN
DE LANDBOUWKUNDIGE WETENSCHAPPEN
OP GEZAG VAN DE HEER RECTOR PROF. IR.
D. VANDEPITTE

De deken : Prof. ir. M. SLAATS

De promotor : Prof. Dr. ir. C. PELERENTS

V O O R W O O R D

Bij het beëindigen van dit proefschrift wens ik mijn erkentelijkheid te betonen aan allen die tot mijn vorming hebben bijgedragen.

Mijn dank gaat in de eerste plaats naar mijn promotor Prof. Dr. ir. C. PELERENTS, die mij steeds heeft aangespoord en geholpen met vriendschappelijke genegenheid om dit werk zo degelijk mogelijk te verrichten.

Gelijkaardige dank ben ik Prof. Em. Dr. h.c. ir. J. VAN DEN BRANDE verschuldigd voor zijn buitengewone belangstelling en steun, die ik onder zijn leiding gedurende meerdere jaren mocht genieten.

Mijn oprechte dank gaat eveneens naar Prof. Dr. ir. A. GILLARD voor de talrijke interessante diskussies en de opbouwende kritiek, waarmee hij dit werk heeft gestimuleerd.

Prof. ir. R. KIPS heeft met grote akkurateste dit proefschrift nagezien. Zijn suggesties hebben dit werk ontegensprekelijk vervolledigd, waarvoor ik hem oprecht dankbaar ben.

Ik dank tevens Prof. Dr. ir. M. DE BOODT, voor de belangstelling en de raadgevingen, die ik van hem mocht ontvangen, naast de gewaardeerde praktische hulp bij mijn onderzoekingswerk in zijn laboratorium.

De professoren van de Fakuliteit van de Landbouwwetenschappen dank ik voor het genoten onderwijs en de wetenschappelijke vorming ; ik houd eraan hier in het bijzonder Prof. ir. M. SLAATS, Dekan van de Fakuliteit, Prof. Dr. ir. A. ROTTI, Prof. Dr. ir. G. BOESMAN en Prof. Dr. ir. A. COTTENIE om verschillende redenen speciaal te vermelden, evenals Prof. Dr. J. HUBLE van de Fakuliteit van de Wetenschappen.

De determinatie van de mijten werd aanvankelijk door de Heer J. COOREMAN, Onder-Direkteur aan het Koninklijk Instituut voor Natuurwetenschappen te Brussel en Hoofd van de Sektie Entomologie, uitgevoerd. De collembolen werden door mijn kollega E. VAN DAELE bepaald ; hiervoor aan beiden mijn hartelijkste dank.

De vriendschappelijke sfeer en de goede samenwerking, die heerst aan de Leerstoel voor Dierkunde waren mij een grote hulp.

Tenslotte dank ik zeer speciaal Mevrouw L. VAN DAELE-DE JAEGER voor haar nauwgezet laboratoriumwerk en Juffrouw M. CLAEYS voor haar verzorgd tikwerk.

Gent, 22 juni 1971

I N H O U D

	blz.
<u>INLEIDING</u>	1
<u>HOOFDSTUK I. - DE BETEKENIS VAN DE REGENWORMFAUNA IN</u> <u>DE NAALDBLADGROND</u>	4
I.1. PROBLEEMSTELLING	
I.2. DE REGENWORMFAUNA IN DE AZALEATEELT	6
I.2.1. Definitie	6
I.2.2. Identifikatie	7
I.2.3. De Belgische fauna	12
I.2.4. Regenwormpopulaties op enkele azaleabedrijven	13
I.2.5. Bespreking van enkele ekologische gegevens	14
I.3. DE FYSISCH AFBRAAK VAN DE NAALDBLADGROND DOOR REGENWORMEN	16
I.3.1. Inleiding	16
I.3.2. Materiaal en methoden	17
I.3.3. Macro-afbraak	18
I.3.4. Inklinking van het substraat	21
I.3.5. Mikro-biologische toestand 2 maanden na ontsmetting met dazomet	22
I.3.6. Bodemfysische bepaling	22
I.3.7. Besluiten	26
I.4. FYSICO-PEDOLOGISCHE BESCHOUWINGEN BETREFFENDE DE AZALEATEELT EN REGENWORMEN	26
I.4.1. Literatuurgegevens	26
I.4.2. Pedologische aspecten	27
I.4.3. Fysico-chemische aspecten	29
I.4.4. Besluiten	30

I.5. MOGELIJKE GUNSTIGE INVLOEDEN VAN REGENWORMEN OP DE PLANTENGROEI	30
I.6. BESTRIJDING VAN REGENWORMEN	31
I.6.1. Inleiding	31
I.6.2. Literatuurgegevens	32
I.6.3. Materiaal en methoden	34
I.6.4. Resultaten in naaldbladgrond	35
I.6.4.1. Insekticiden	35
I.6.4.2. Nematiciden	39
I.6.4.3. Andere middelen	40
I.6.4.4. Invloed van de lengte van de regenwormen op de weerstand tegenover bestrijdingsmiddelen	41
I.6.5. Resultaten in zandgrond en mengsubstraten	43
I.6.6. Resultaten in vitro	45
I.6.7. Besluiten	47
I.7. SAMENVATTING	48

HOOFDSTUK II. - PARASITAIRE BODEMORGANISMEN, BODEMMOEHEIDS-
VERSCIJNSELEN EN HUN BESTRIJDING IN DE
AZALEATEELT 51

II.1. BODEMMOEHEIDSVERSCIJNSELEN IN DE AZALEATEELT	51
II.1.1. Inleiding	51
II.1.2. Eerste proef op een ziek gewas	52
II.1.2.1. Proefaanleg	52
II.1.2.2. Gebruikte middelen en dosissen	53
II.1.2.3. Besmettingspopulatie	54
II.1.2.4. Resultaat op het gewas	55
II.1.3. Tweede proef op een ziek gewas	57
II.1.3.1. Proefaanleg	57
II.1.3.2. Gebruikte middelen en dosissen	58
II.1.3.3. Besmettingspopulatie	58
II.1.3.4. Resultaten op het gewas	60
II.1.4. Teelttechnisch besluit	61
II.1.5. Bespreking	61

II.2. RHIZOSFEER EN BODEMORGANISMEN	66
II.2.1. Inleiding	66
II.2.2. Vergelijkend onderzoek tussen de bodemfauna in de azalea-rhizo- en perirhizosfeer en de invloed van DBCP op deze fauna	67
II.2.2.1. Materiaal en methoden	67
II.2.2.2. Resultaten	69
II.2.2.3. Bespreking	72
II.2.2.3.1. Invloed van DBCP op de bodemfauna	72
II.2.2.3.2. Invloed van de azalea-rhizosfeer op de fauna- populatie	72
II.3. BODEMHYGIËNE	74
II.3.1. Inleiding	74
II.3.2. Faunaverschuivingen met ouderwordende naaldbladgrond	75
II.3.3. Partiële bodemontsmetting	77
II.3.4. Faunaverschuivingen als gevolg van bodemontsmetting	78
II.3.5. Biologische aaltjesbestrijding	79
II.3.6. Verhoging van het antifytopatogeen vermogen	80
II.4. SAMENVATTING	81
 HOOFDSTUK III. - <u>DE INVLOED VAN DE BEMESTING EN VAN PESTI- CIDEN OP DE BODEMFAUNA EN DE GROEI VAN AZALEA</u>	 83
III.1. INLEIDING	83
III.2. VERZAMELMETODES	84
III.3. FIXATIE, TELLINGEN, DETERMINATIE	85
III.4. VERGELIJKING VAN 2 EXTRAKTIE-METODES VOOR MICRO- ARTHROPODA	87
III.5. BESCHOUWINGEN BIJ HET AANLEGGEN VAN BODEMFAUNISTISCHE POTPROEVEN	89
III.5.1. Inleiding	89
III.5.2. Materiaal en methoden	89
III.5.3. Analyse van de waarnemingen	90

III.6. DE INVLOED VAN DE ORGANISCHE BEMESTING EN VAN DE PESTICIDEN ALDRIN, CARBARYL en DBCP OP DE BODEMFAUNA IN DE AZALEATEELT	93
III.6.1. Materiaal en methoden	93
III.6.2. Resultaten en bespreking	94
III.6.2.1. Planten	94
III.6.2.2. Fauna	95
III.6.2.3. Bemesting	98
III.6.2.4. Pesticiden	102
III.6.2.5. Antagonismen	105
III.6.3. Besluit	107
III.7. DE INVLOED VAN 5 VERSCHILLENDE ORGANISCHE MESTSTOF- FEN OP DE BODEMFAUNA IN DE AZALEATEELT	108
III.7.1. Inleiding	108
III.7.2. Materiaal en methoden	108
III.7.3. Resultaten	109
III.8. DE INVLOED VAN 8 VERSCHILLENDE PESTICIDEN OP DE BODEM- FAUNA IN DE AZALEATEELT	116
III.8.1. Materiaal en methoden	116
III.8.2. Resultaten en bespreking	117
III.8.2.1. Invloed van de behandelingen op de planten	117
III.8.2.2. Faunistische samenstelling	118
III.8.2.3. Invloed van de pesticiden op de fauna	120
III.8.2.4. Korrelatieberekening tussen azaleaopbrengst en de verschillende organismenpopulaties	125
III.8.2.5. Korrelatieberekening tussen de verschillende organismenpopulaties	126
III.9. SAMENVATTING	127
Lijst van de vermelde bestrijdingsmiddelen	131
LITERATUUR	132

I N L E I D I N G

Onder de sierteelten in België is deze van de azalea, gelokaliseerd in de omgeving van Gent, veruit de belangrijkste en heeft de basis helpen leggen van de roem van de Gentse bloemisterij.

Het belang van de azaleateelt kan goed door enkele getallen uitgedrukt worden. In 1959 bedroeg de export 175.458.000 F en was in 1969 gestegen tot 425.689.000 F (*). De waarde werd aldus in 10 jaar tijd meer dan verdubbeld. In de periode 1961-66 was er zelfs een gemiddelde jaarlijkse stijging van 18%. Deze cijfers tonen aan dat de teelt de laatste jaren nog sterk uitbreidde, daar de eenheidsprijzen zelf niet in evenredigheid zijn gestegen.

Haar belang en prestige, die gevormd werden door het massaal aanbod, maar vooral door de kwaliteit van het geleverde produkt, oefenen eveneens een heilzame invloed uit op de uitvoer van de aanverwante tuinbouwprodukten bij het prospektiebezoek van de buitenlandse koper.

In het laatste decennium werden in het buitenland met sukses grote inspanningen gedaan om de lokale azaleateelt op Belgisch niveau te brengen, met behulp van kapitaalverstrekking, uitgebreid wetenschappelijk onderzoek en voorlichting. De uitvoer zal in de toekomst sterker met deze buitenlandse konkurentie af te rekenen hebben, tenzij onze kwaliteitsvoorsprong behouden blijft. Het is dan ook ten volle verantwoord dat de wetenschap voor wat de kwaliteit betreft haar bijdrage zou leveren opdat deze belangrijke economische tak voor onze gewesten zou behouden blijven.

Met de azaleateelt bedoelen we botanisch de kultuur van Rhododendron simsii PLANCH. (syn. Azalea indica L.) en in mindere mate de Rhododendron obtusum PLANCH. (syn. Azalea obtusa LINDL.) bekend als Japanse azalea.

Gezien de vakliteratuur uitsluitend Azalea indica gebruikt, houden we eraan deze naam verder te gebruiken.

De hedendaagse bloemist streeft naar een hogere produktiekapaciteit van zijn bedrijf. Door de technische vooruitgang en meer efficiënte arbeid tracht hij dit te verwezenlijken. Zo vinden op vele bedrijven de automatische beregeningen ingang waardoor veel arbeidsuren worden uitgespaard, maar de controle op de planten sterk vermindert. Ook de azaleateelt heeft deze aanpassingen ondergaan.

(*) Bron : Nationaal Instituut voor Statistiek. Maandelijks Bulletin over de Buitenlandse Handel van de Belgisch-Luxemburgse Economische Unie.

De vraag naar kleinere planten en de massakweek laten daarnaast de azalea-kweker niet meer toe de natuurlijke selectie van zijn stekmateriaal grondig uit te voeren. Dit heeft zijn invloed op de kwaliteit van de planten.

Omwille van dure vervangingskosten en moeilijkheden bij de werkverdeling wordt op sommige bedrijven de vernieuwing van de naaldbladgrond minder uitgevoerd. In deze grond heeft er een geleidelijke populatieverandering plaats van de bodemorganismen. In de loop van deze populatieverschuivingen kunnen bepaalde componenten zoals parasitaire aaltjes in aantal toenemen en schadelijk worden, maar ook elk ander organisme, dat het biologisch evenwicht verstoort kan een nefaste invloed uitoefenen op de teelt. De verschillende aangehaalde punten tonen aan dat we in het gebied komen van de genetisch zwakkere planten, de bodemmoehedsverschijnselen en de ziekten.

Ziekten en (of) plagen zijn de belangrijkste beperkende factoren bij de opbrengst en de kwaliteit. Een geslaagde bestrijding is voor een aangetast gewas het vertrekpunt naar een behoorlijke kwaliteit en voor de produktie van buitengewoon belang.

De traditioneel bekende dierlijke parasieten als de rode spin (Tetranychus urticae KOCH), tripsen (Thysanoptera), bladluizen (Aphididae), wolluizen (Pseudococcidae), het witte motje (Trialeurodes vaporariorum WESTW.), het mineermotje (Caloptilia azaleella BRANTS ; syn. Gracilaria azaleella BRANTS) en de koprups of azaleabladderroller (Acleris latifasciana HW.; syn. Acalla schalleriana HB.) komen nog zelden massaal voor en op goed verzorgde azalea-bedrijven veroorzaken ze praktisch geen merkbare schade meer. De reden is te zoeken in het regelmatig gebruik van sterk werkzame bestrijdingsmiddelen. Al deze parasieten komen bovenaards voor, worden gemakkelijk vastgesteld en zijn vrij goed vatbaar voor contact met pesticiden. De in de grond eventueel voorkomende ritnaalden (Agriotes spp.) aardrupsen (Noctuinae), lapsnuittorren (Otiorynchus spp.), heidekruidwortelboorder (Hepialus hecta), rouwmuglarven (Sciaridae) en aaltjes worden daarentegen gewoonlijk te laat door de kweker opgemerkt en vertonen daarbij niet zelden resistentieverschijnselen tegen de gebruikte bestrijdingsmiddelen.

Elke kultuur-, braak- en natuurground herbergt bodemorganismen waartussen we theoretisch echte parasieten (obligaat parasieten), zwakte-of gelegenheidsparasieten (fakultatieve parasieten) en saprofagen kunnen aantreffen. Nochtans zijn scherpe grenzen tussen obligaat- en fakultatieve parasieten en tussen fakultatieve parasieten, semi-saprofagen en saprofagen moeilijk te trekken.

Algemeen aanvaardt men dat om tot ziekte-toestand te komen er niet enkel een parasiet nodig is, maar dat er ergens een "ontvankelijkheidstoestand" of een "gepredisponeerd zijn" nodig is. Deze "predispositie" is natuurlijk minder vereist naargelang de parasiet meer "obligaat" is. Als oorzaken van "predispositie" kunnen aangehaald worden : te vochtige als te droge bodem of lucht, onder-of overvoeding, wanverhouding in de voedingselementen en zuurheidsgraad, kwetsuren, ongeschikt fotoperiodisme, invloed van afbraak- en stofwisselingsprodukten in de rhizosfeer, slechte bodemstructuur en verstoringen in het biologisch evenwicht. Dit zijn meestal aspecten van de scheikundige, fysische en biologische gesteldheid van het groeisubstraat.

Naast de kennis en de bestrijding van de obligaat parasieten, is dus ook de biologische studie van de fakultatieve en saprofage organismen vereist, maar deze studie krijgt nog een belangrijker perspectief aangezien juist deze laatste organismen in ruime mate de scheikundige en fysische gesteldheid van de bodem helpen bepalen, hetgeen betekent dat ze de theoretische hoofdfactor voor de predispositie voor ziekten uitmaken.

Dit geldt zeer zeker voor naaldblادgrond, omdat bladgronden van natuur uitrijk zijn aan organismen en hoofdzakelijk uit organische bestanddelen bestaan, waardoor ze veranderlijker worden in de tijd.

Bodemzoölogisch onderzoek in naaldblادgrond het huidige azaleasubstraat bij uitstek is aldus voor een dergelijk intensieve en economisch belangrijke teelt een noodzakelijkheid (*).

(*) - Verbruik van bosgrond in de azaleateelt in 1969.

- Raming van het aantal verkochte azaleas in het seizoen 1969-70.
Enquêtes verricht door de Werkgroep "Afzet niet-eetbare tuinbouwprodukten L.E.I. (maart 1970)
Voorzitter Prof. F. Derwael.
De eerste enquête toonde aan dat de azaleateelt in 1969 2,6 miljoen hectoliter naaldblادgrond heeft verbruikt, hetgeen een uitgave van 50 miljoen B.F. vertegenwoordigt. Volgens de tweede enquête zouden tegenwoordig jaarlijks 20 miljoen azaleas ter verkoop aangeboden worden.

DE BETEKENIS VAN DE REGENWORMFAUNA IN DE NAADLBLADGRONDI.1. PROBLEEMSTELLING

Sinds Darwin (1881) zijn regenwormen als nuttig aangezien voor de landbouw. Hun activiteiten in de bodem zijn van drieërlei aard :

1. inname van grond waarbij een intense menging in maag en darm van de ingenomen minerale en organische fraktie van de bodem plaats heeft ;
2. uitscheiding van het ingenomen materiaal in de vorm van bovenaardse en onderaardse uitwerpselen ;
3. vorming van een uitgebreid gangensysteem in de bodem (EVANS & GUILD, 1947; EVANS, 1948; GUILD, 1955).

Het resultaat van deze activiteiten is kwalitatief zeer gunstig voor de vruchtbaarheid van de bodem. Er heeft immers een grondige verdeling van de organische stof over de gehele bouwvoor plaats. Het verkleinen van de organische stof en menging van de gronddeeltjes met deze organische stof bevordert de vorming van milde humus (NAGLITSCH, 1965) en waterstabiële aggregaten (HOPP & HOPKINS, 1946; KUBIENA, 1953; GUILD, 1955; HEATH, 1965; SATCHELL, 1967). Het gangensysteem bevordert de luchtporositeit en de drainage van de bodem (STOCKLI, 1949; BARLEY, 1961).

Voor bossen zijn regenwormen daarenboven gewoonlijk van uitzonderlijk belang bij de verwerking van de bladval (RONDE, 1960) en de ermede gepaard gaande humificatie. De geraadpleegde publikaties tonen aan dat de hoeveelheid uitwerpselen, door de regenwormen geproduceerd in droge grond uitgedrukt 10 tot 100 ton per ha bedraagt; zodat ook kwantitatief hun activiteiten belangrijk zijn (EVANS, 1948; STOCKLI, 1949; GUILD, 1955; BARLEY, 1961; SATCHELL, 1967).

Niettegenstaande regenwormen unaniem door de bodemzoölogen als nuttig worden aangezien, verschijnen regelmatig mededelingen over hun schadelijke nevenwerkingen. Algemene werken in verband met parasieten in de sierplantenteelt vermelden eventuele nadelige effecten van regenwormen zoals het in de grond trekken of onderwoelen van jonge zaailingen in kweekbedden (PLATE & FROMMING, 1952; PAPE, 1955). Bij dit sterk doorwoelen van de

grond kunnen wortels worden losgemaakt en kan de beworteling van stekken mislukken, zoals we reeds konden vaststellen in de azaleateelt.

Men vermeldt dat Lumbricus polyphemus in Duitsland zelfs pas geplante salade, koolsoorten, tomaten en voederbieten in de grond trok en daarna deze planten aan de wortelhals afknaagde.

Regenwormen zijn eveneens als verspreiders van schimmelziekten gekend, (BAWEJA, 1936; HUTCHINSON & KAMEL, 1956; KAMBATTA & BHAT, 1957). Ze kunnen eveneens de oorzaak zijn van afbraak van bestrijdingsmiddelen (SCHÖNBECK & BRÜSEWITZ, 1957).

Op enkele Gentse bloemisterijen waar de teelt onder glas in één of meerjarige naaldbladgrond geschiedt, werd een onvoldoende groei van Azalea indica vastgesteld. Op deze bedrijven was de regenwormpopulatie opvallend hoog. Rechtstreekse schade was niet te zien, wel was het wortelgestel minder ontwikkeld. Hoewel de oorzaak van de schade niet met zekerheid was vast te stellen, mocht verondersteld worden dat het wortelgestel in zijn groei geremd werd door de regenwormen. Bovendien een sterk doorwoelen viel de ver afgebroken structuur van de naaldbladgrond op, waardoor optimale groeivoorwaarden achterwege bleven.

De bepaling van de regenwormen toonde een vrij homogene Dendrobaena octaedra Sav. populatie aan. Deze regenwormen leiden gewoonlijk een actief leven in de zone van de plantenwortels en dicht bij het grondoppervlak. Ze hebben geen goed ontwikkeld gangensysteem en vormen weinig of geen typische regenwormhoopjes op de aardoppervlakte. Wanneer de pH van de bovenlaag 4,3 of lager was konstateerde BORNEBUSCH (1930) dat de regenwormen zeldzaam werden en de bij de oppervlakte levende soort Dendrobaena octaedra overheerste, wegens haar zuurtolerante eigenschap. Deze zuurheidsgraad wordt gemakkelijk in naaldbladgrond verkregen. Bij metingen van de pH van grondmonsters, waarin regenwormen talrijk voorkomen, en andere met gewone populatie konden geen duidelijke verschillen aangetoond worden; wel ziet men een stijging van de alkaliteit van oudere grond, hetgeen gemakkelijk te verklaren is door de regelmatige begieting met neutraal of soms licht alkalisch water, door de geleidelijke afbraak van de naaldgrond en eventueel door de gekende werking van de regenwormen die de pH van hun milieu licht kunnen wijzigen.

De opvallende "ver afgebroken structuur van naaldbladgrond" op bedrijven waar men regenwormschade meende vast te stellen liet ons toe te vermoeden en later te bevestigen dat naaldbladgronden, waarin een hoge regenwormpopulatie werkzaam is geweest op korte tijd "oud" zijn geworden.

Met dit "oud" worden bedoelen we dat dit groeisubstraat bepaalde zintuiglijk waarneembare kenmerken bezit, die de kweker doen beslissen deze gronden te vervangen, hetgeen extra-kosten meebrengt. De praktijk toont aan dat de azaleakweker, die tijdig zijn naaldbladgrond vernieuwt, deze problemen niet kent; doch omwille van economische en bossanitaire redenen, en wegens de voorziene schaarste aan bladgrond is het niet verantwoord deze kostelijke substraten jaarlijks te vervangen.

Elke gemakkelijk reproduceerbare ingreep welke de verlenging van de bruikbaarheid van naaldbladgronden bevordert zonder de opbrengst te schaden zal dan ook ten goede komen aan de azaleateelt.

De kennis van de betekenis van de regenwormfauna in het groeisubstraat kan in elk geval haar bijdrage leveren bij de oplossing van het aangesneden probleem.

I.2. DE REGENWORMFAUNA IN DE AZALEATEELT

I.2.1. Definitie

Met regenwormen (aardwormen) bedoelen we deze organismen, die in de systematiek behoren tot het phylum : Annelida (ringwormen) ; de klasse : Chaetopoda (borstelwormen) ; de orde : Oligochaeta ; de familie : Lumbricidae.

In de wereldliteratuur omvat de term "aardworm of regenworm" gewoonlijk meerdere families van de Oligochaeta : in de eerste plaats de Lumbricidae, maar daarnaast ook vertegenwoordigers van de families : Megascolécidae (o.a. Pheritima), Acanthodrilidae, Glossoscolécidae (o.a. Pontoscolex) en in mindere mate Criodrilidae (o.a. Criodrilus).

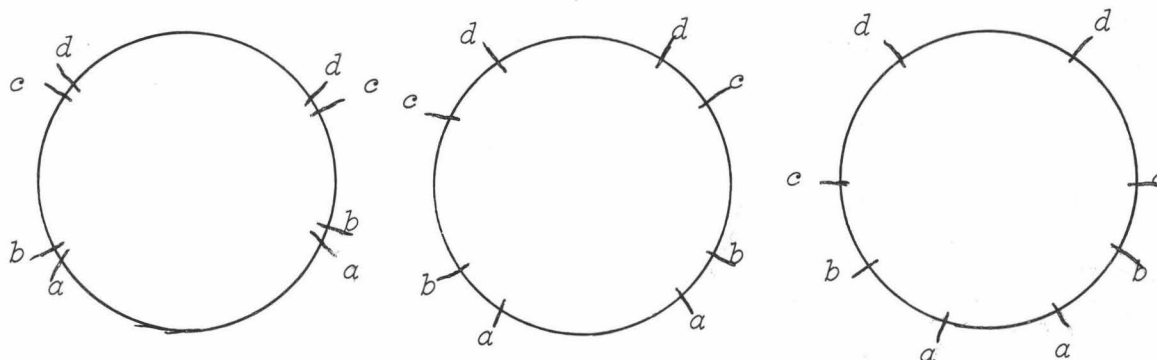
Nochtans dekt de term aardworm niet alle families van de Oligochaeta. De hoofdzakelijk limnische fauna die doorgaans veel kleiner is zoals de Branchiobdellidae, Aelosomatidae, Naididae, Tubificidae, Lumbriculidae en de Haplotaxidae komt hier niet voor in aanmerking, noch de terrestrisch levende Enchytraeidae.

Voor het systematisch overzicht, de taxonomische verschillen en de definitie van de verschillende Oligochaeta-families verwijzen we naar WILCKE (1967).

I.2.2. Identificatie

Bij de determinatie zijn volgende uitwendige kenmerken van belang : borstelstanden, pigmentatie en kleur van het lichaam, koptype, eerste dorsale porus, mannelijke pori, clitellum, tubercula pubertatis, aantal segmenten, lengte en diameter evenals eventuele haarpapillen en genitale borstels.

Per segment bevinden zich 8 chitineuse borstels. De borstels van de verschillende segmenten vormen samen borstelrijen, die te beginnen met de meest ventrale naar dorsaal toe a, b, c en d genoemd worden (Fig. 1).



DICHT GEPAARD

WIJD GEPAARD

UITEEN

$$ab + cd < bc$$

$$aa \geq 3ab$$

$$ab = \pm cd$$

$$ab + cd > bc$$

$$aa \geq 2ab$$

$$aa = \pm ab = \pm bc = \pm cd$$

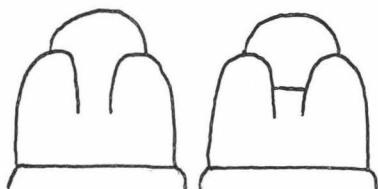
Fig. 1. - Schets van de verschillende borstelstanden.

De borstels zijn "dicht gepaard", "wijd gepaard" of staan "uiteen". Ze voldoen dan gewoonlijk aan de vergelijkingen vermeld bij fig. 1. Overgangsvormen zijn mogelijk, zodat de strekking bestaat van de borstels "dicht gepaard" en "niet dicht gepaard" te noemen.

Deze borstelafstanden kunnen of verschillen volgens de plaats van het lichaam (vooraan, midden, uiteinde), of vrij konstant zijn. Om deze reden wordt de borstelafstand in de onmiddellijke omgeving voor het clitellum als bepalend voor de soort aangezien. Het is dan ook deze afstand, die bij onze beschrijvingen werd opgegeven, behalve bij anders-luidende vermelding.

De kop is gewoonlijk van het epilobisch of tanylobisch type (fig. 2). We spreken dan ook van epilobisch of tanylobisch prostomium.

epilobisch prostomium



tanylobisch prostomium

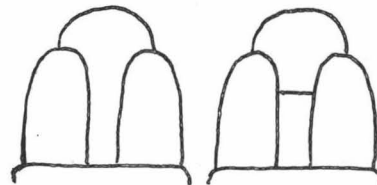


Fig. 2. - Koptypen van regenwormen.

Van zeer groot belang bij de bepaling van de soort zijn het clitellum of zadel en de tubercula pubertatis (Fig. 3 en 4).

Aan weerszijden van het clitellum, gewoonlijk juist boven de borstels b, bevinden zich een paar verhevenheden van klierachtige oorsprong, tubercula pubertatis genoemd. Ze vormen puberteitsbanden (puberteitsrichels), wanneer het klierweefsel zich ononderbroken over enkele segmenten uitstrekt of puberteitsknobbels ingeval ze door intersegmentale groeven zijn gescheiden of zich als afzonderlijke klier-vormige verhevenheden voordoen. Deze kenmerken zijn slechts bij volwassen exemplaren aanwezig.

De mannelijke geslachtsopeningen (=pori) zijn op het segment 15 gelegen, juist boven de borstels b of tussen b en c. Bij het geslacht Eiseniella kunnen ze op één van de ervoor gelegen segmenten voorkomen.

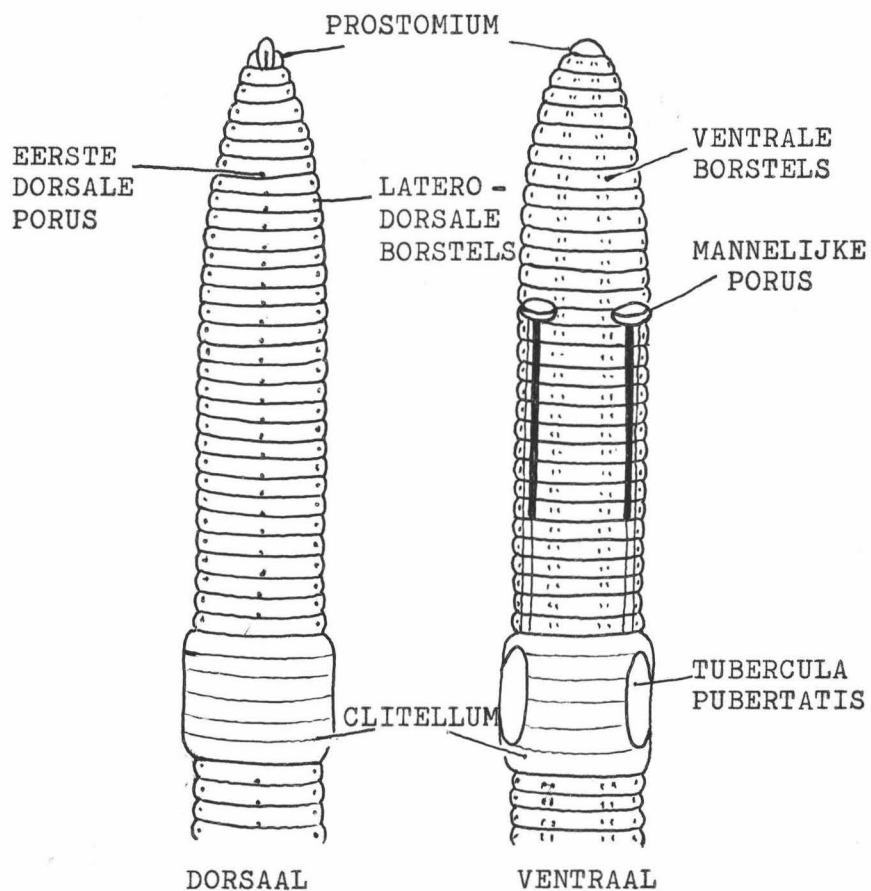


Fig. 3.-Schets van enkele uitwendige kenmerken van Lumbricus terrestris.

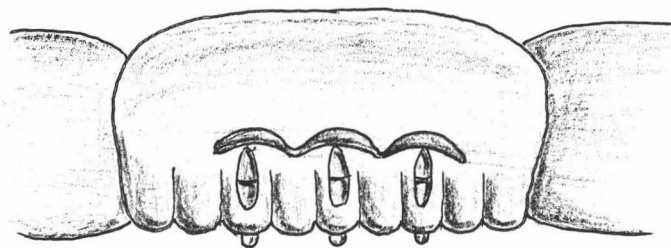


Fig. 4.-Lateraal genomen schets van het clitellum van Allolobophora chlorotica met typische puberteitsknobbels

Deze openingen zelf zijn ofwel onopvallend klein, ofwel omgeven door een verheven klierveld, dat beperkt kan blijven tot segment 15, of zich kan uitstrekken over een deel of het geheel van de segmenten 14 en 16. De vrouwelijke pori zijn altijd op het segment 14 gelegen en mikroskopisch klein.

Aan de hand van bovenvermelde kenmerken en de lengte van de levende worm kan een inheems volwassen exemplaar bepaald worden. De andere gegevens dienen meer ter bevestiging.

De regenwormen zijn hermaphrodiet. Ze bezitten steeds 2 paar testes in de segmenten 10 en 11, en een paar ovariën in segment 13.

De andere inwendige geslachtsorganen kunnen van belang zijn voor de bepaling van het geslacht, voor de determinatie van de soort is het zelden nodig hun plaats in het lichaam na te gaan.

De zaadcellen afgescheiden door de testes rijpen in grote zaadblazen, ontstaan uit vergroeiingen van de dissepimenta of intersegmentale tussenschotten.

Na de kopulatie wordt het sperma opgeslagen in 2 paar zaadtasjes, waarvan de poriën gewoonlijk uitmonden in de intersegmentale groeven 9/10 en 10/11.

De gegevens betreffende de voornaamste uitwendige kenmerken samengevat in tabel 1 laten de bepaling van de regenwormsoorten toe.

Voor de meer gedetailleerde beschrijving van de soorten verwijzen we naar HEUNGENS (1965).

Tabel 1

De voornaamste uitwendige kenmerken van enkele Lumbricidae

Soortnaam	Borstels	Paarsrood pigment	Clitellum	Tubercula pubertatis	Prostomium	Klierveld ♂ porus	Extreme lengte (mm)	Aantal segmenten
<i>Lumbricus terrestris</i>	dicht gepaard	aanwezig	31,32-37	33-36	tanylobisch	(14)15(16)	90-300	110-180
<i>Lumbricus rubellus</i>	dicht gepaard	aanwezig	26,27-32	28-31	tanylobisch	geen	40-150	65-150
<i>Lumbricus castaneus</i>	dicht gepaard	aanwezig	28-33	29-32	tanylobisch	geen	30-85	80-120
<i>Eisenia foetida</i>	dicht gepaard	aanwezig	(24)25, 26-31,32	28-30,31	epilobisch	15	30-130	80-115
<i>Eisenia eiseni</i>	dicht gepaard	aanwezig	24,25-32,(33)	geen	tanylobisch	15	30-65	75-110
<i>Dendrobaena rubida - rubida</i>	wijd gepaard tot uiteen	aanwezig	26,27-31,32	29-30	epilobisch	15	25-60	50-107
<i>Dendrobaena rubida - subrubicunda</i>	wijd gepaard tot uiteen	aanwezig	25,26-31,32	28-30	epilobisch	15	27-90	60-110
<i>Dendrobaena rubida - tenuis</i>	wijd gepaard	aanwezig	25,26,27-30, 31,32,33	ontbreken of 28,29,½29-30, 31	epilobisch	15	20-85	90-120
<i>Dendrobaena octaedra</i>	uiteen	aanwezig	27,28,29-33, 34	30,31-33	epilobisch	15	17-70	70-105
<i>Dendrobaena attemsi</i>	uiteen	dorsaal aanwezig	28-33,34	29,30-32,33	epilobisch	15	20-50	100-150
<i>Allolobophora longa</i>	dicht gepaard	afwezig	27,28-35	(31)32-34	epilobisch	14-16	90-160	160-200
<i>Allolobophora caliginosa</i>	dicht gepaard	afwezig	26,27,28-34, 35	31(32)33	epilobisch	14-16	40-130	100-250
<i>Allolobophora chlorotica</i>	dicht gepaard	afwezig	28,29-37	31,33,35	epilobisch	14-16	30-70	80-130
<i>Allolobophora rosea</i>	dicht gepaard	afwezig	24,25,26-32, 33	29-30,31	epilobisch	15	25-170	100-170
<i>Octolasion cyaneum</i>	wijd gepaard tot uiteen	afwezig	29-34	29,30-33,34	epilobisch	15	50-180	100-160
<i>Octolasion lacteum</i>	wijd gepaard tot uiteen	afwezig	30-35	½30,31-34, ½35	epilobisch soms tanyl.	14-16	30-160	85-165

I.2.3. De Belgische fauna

Over de in België voorkomende Lumbricidae werd tot nu toe weinig gepubliceerd; vermelden we MICHAELSEN (1931) en TETRY (1940).

Meerdere andere auteurs hebben bijdragen geleverd over de "Oligochaeta" maar de familie van de Lumbricidae werd hierbij niet behandeld.

De volgende soorten zijn door bovenvermelde werken voor de Belgische fauna gekend:

Eiseniella tetraedra SAV. (f. *typica* en f. *hercynia* MICH.)

Eisenia foetida SAV.

Eisenia eiseni LEVINSEN (syn. *Bimastus eiseni*)

Dendrobaena rubida-rubida SAV. (syn. *D. rubida*)

Dendrobaena rubida-subrubicunda EISEN (syn. *D. subrubicunda*)

Dendrobaena rubida-tenuis EISEN (syn. *Bimastus tenuis*)

Dendrobaena octaedra SAV.

Dendrobaena mammalis SAV.

Allolobophora caliginosa SAV. (f. *typica* en f. *trapezoides* DUGES)

Allolobophora longa UDE (syn. *A. terrestris*)

Allolobophora chlorotica SAV.

Allolobophora rosea SAV. (*Eisenia rosea*)

Allolobophora limicola MICH.

Allolobophora icterica SAV. (syn. *Eophila icterica*)

Allolobophora oculata HOFFM. (syn. *Eophila oculata*)

Octalasion cyaneum SAV.

Octalasion lacteum OERLEY

Lumbricus rubellus HOFFM.

Lumbricus castaneus SAV.

Lumbricus terrestris L. (syn. *L. herculeus* SAV.)

Lumbricus festivus SAV.

Voor de nomenclatuur werd vooral POP V. (1940/41) gevolgd.

OMODEO (1956) stelt een nieuwe systematiek van de Lumbricidae voor, met sommige nieuwe geslachten en ondergeslachten, zich vooral steunend op zijn chromosonenstudies. Zeer weinig bodemzoölogen gebruiken deze nomenclatuur; WILCKE (1967) heeft zich bij de hoofdprincipes van OMODEO's werk aangesloten en noemt ^{de} 3 *Dendrobaena rubida* subspecies *Dendrobaena rubida* SAV., omdat deze bijna onmogelijk uit elkaar kunnen gehaald worden.

Het al dan niet bezitten van 2 paar niet ledige zaadtasjes is een onderscheid, dat enkel door dissectie kan uitgemaakt worden; verder zijn de ondersoorten door polyploidie met de hoofdvorm verbonden. Om praktische redenen zullen we deze soort verder als Dendrobaena rubida SAV. vermelden.

I.2.4. Regenwormpopulaties op enkele azaleabedrijven

Uit in gebruik genomen naaldbladgrond werden op 2 azaleabloemisterijen ongeveer 4.000 - 4.500 regenwormen verzameld. Uit steekproeven bleek dat Dendrobaena octaedra, Dendrobaena attemsi en Lumbricus rubellus het meest voorkomen. Dendrobaena rubida, Lumbricus castaneus, Eisenia eiseni komen zeer regelmatig voor, Allolobophora chlorotica minder, Eisenia foetida zelden. De resultaten van de steekproef (uit hangboorden in een serre) waren als volgt :

Dendrobaena octaedra	74 (33,6%)
Dendrobaena attemsi	61 (27,7%)
Lumbricus rubellus	39 (17,7%)
Dendrobaena rubida	23 (10,4%)
Lumbricus castaneus	9 (4,1%)
Eisenia eiseni	8 (3,6%)
Allolobophora chlorotica	4 (1,8%)
Eisenia foetida	2 (0,9%)

Op een ander bedrijf kwam een vrij homogene en talrijke Dendrobaena octaedra-populatie voor; in dit geval liet de kwaliteit van de planten te wensen over. In hoever dit rechtstreeks aan de regenwormen te wijten was, kon niet uitgemaakt worden.

In een aardewegel van een azaleaserre te Afsnee, waar een massa wormhoopjes te zien waren, werden in december 1964 op 6 m² volgens de methode van RAW (1959) 330 eksemplaren verzameld.

De verdeling van de regenwormsoorten was als volgt :

Lumbricus rubellus	6
Lumbricus castaneus	3
Dendrobaena rubida	29
Dendrobaena octaedra	16
Dendrobaena attemsi	24

Allolobophora caliginosa	119
Allolobophora longa	28
Allolobophora chlorotica	10
Allolobophora rosea	28
Octolasion cyaneum	3
Onvolwassen exemplaren	64

De buitengewone soortenrijkdom op een zo beperkte plaats is zeker opvallend te noemen. De hier in groot aantal voorkomende soorten vindt men in alle sterk door regenwormen bevolkte wegels terug, soms is ook Lumbricus terrestris aanwezig.

PLATE & FROMMING (1953) wezen reeds op het feit dat meerdere regenwormsoorten in serres in een groot aantal kunnen voorkomen. Zij vermeldde: A. caliginosa f. trapezoides, A. chlorotica, D. rudibarrubida, D. rubida-subrubicunda, D. rudibarrubida-tenuis, E. foetida en L. terrestris. BOETTGER (1929, 1932) voegt er nog L. rubellus en A. rosea aan toe.

I.2.5. Bespreking van enkele ekologische gegevens

Uit de gegevens van BORNEBUSCH (1930), GUILD (1955), SATCHELL (1955), RONDE (1960), AMBROS & KNEITZ (1961-62), DUNGER (1964) en WILCKE (1967) kon tabel 2 opgemaakt worden.

Bodems die zuurder zijn dan pH (2,8)-3,5 blijken volgens de literatuur geen regenwormen meer te bevatten. Nochtans zou de zuurheidsgraad van de grond een mindere rol spelen dan de verzadig^{ing}sg^{ing}graad aan basische elementen; ook zure bodems worden nog voldoende door regenwormen bewoont als ze maar over voldoende uitwisselbare kalk beschikken.

De bij de oppervlakte levende soorten zijn gewoonlijk sterk gepigmenteerd, zoals de meeste Lumbricus-, Eisenia- en Dendrobaena soorten, terwijl de algemeen dieper voorkomende Allolobophora en Octolasion-soorten, weinig gepigmenteerd zijn.

Uit tabel 2 kan men afleiden dat de regenwormpopulatie, die op de azalea-bedrijven gevonden werd normaal te noemen is.

De zuurtolerantie en ubiquite soorten van onze bosfauna zijn aanwezig; deze werden waarschijnlijk hoofdzakelijk met de naaldbladgrond geïmporteerd. Verder treffen we in de serrewegels de kosmopolitische akkerlandpopulatie aan.

Tabel 2

Enkele ekologische gegevens betreffende de voornaamste regenwormsoorten

	Voorkomen	Bodemvoor- keur	reaktie op lage pH < 5	voorkeur voch- tigheidstoe- stand	Voorkeursbiotoop
<i>L. terrestris</i>	diep	mineraal	ubiquist	normaal	diepe niet natte gronden (voorkeur leem)
<i>L. rubellus</i>	overall	humusrijk	ubiquist	normaal	allerlei humusrijke biotopen
<i>L. castaneus</i>	oppervlakkig	humusrijk	ubiquist	normaal	strooisellaag en humusrijke bodems
<i>E. eiseni</i>	oppervlakkig	humusrijk	tolerant	normaal	strooisellaag (✱)
<i>E. foetida</i>	oppervlakkig	humusrijk	-	normaal	kompost, mest, rijk aan orga- nisch materiaal
<i>D. rubida</i>	oppervlakkig	humusrijk	tolerant	normaal	strooisellaag
<i>D. octaedra</i>	oppervlakkig	humusrijk	tolerant tot 3,5	normaal tot vochtig	strooisellaag en typisch zure bodems
<i>D. attemsi</i>	oppervlakkig	humusrijk	tolerant	normaal	strooisellaag
<i>A. longa</i>	diep	mineraal	niet tolerant	vochtig	zwaar akkerland (leem, klei)
<i>A. caliginosa</i>	overall	mineraal	niet tolerant	normaal	meerdere biotopen (dominant in bewerkte grond)
<i>A. chlorotica</i>	ondiep	-	niet tolerant	nat	meerdere biotopen
<i>A. rosea</i>	ondiep	mineraal	niet tolerant	vochtig	meerdere biotopen
<i>O. cyaneum</i>	diep	mineraal	ubiquist	vochtig	kalkrijke bodems
<i>O. lacteum</i>	overall	mineraal		vochtig	zware gronden

(✱) de typische fauna van de strooisellaag komt gewoonlijk ook onder mos en in rottende boomstronken voor.

Twee nieuwe milieu's zijn ontstaan : de ondiepe sterk zure strooisellaag van de naaldblادgrond en de humusrijke vochtige serrewegel. Naargelang hun voorkeur en aanpassingsvermogen hebben de besproken soorten, zich aan beide of aan één van beide milieu's kunnen aanpassen.

Het groot aantal en de dominantie van D. attensi is opvallend. Deze soort was ongekend zowel voor de Belgische als de Nederlandse fauna. Volgens de literatuur is D. attensi afkomstig uit alpine gebieden en zou op bloemisterijen gunstige levensvoorwaarden vinden (WILCKE, 1967). BOUCHE verklaarde onlangs in een persoonlijke mededeling, dat D. attensi over gans Frankrijk zou verspreid zijn, alhoewel ze zeer weinig wordt vastgesteld.

I.3. DE FYSISCHЕ AFBRAAK VAN DE NAALDBLADGROND DOOR REGENWORMEN

I.3.1. Inleiding

In het Gentse wordt de azalea bijna uitsluitend in een naaldblادgrond-laag van 10 tot 20 cm hoogte geteeld. De laatste jaren wordt ook wel turf als substraat beproefd, doch het gebruik blijft praktisch beperkt tot griffels en jaarlingen.

De naaldblادgronden worden door tussenpersonen (bosgrondhandelaars) uit de Pinus-bossen van onze Kempen en Nederlands Noord-Brabant betrokken. Wanneer naaldblادgronden, waarin een hoge regenwormpopulatie werkzaam is geweest, een paar jaren op een bloemisterij in gebruik zijn genomen vertonen ze ouderdomsverschijnselen. Met dit "oud" worden bedoelen we dat ze bepaalde zintuiglijk waarneembare kenmerken bezitten, die de kweker doen beslissen deze gronden te vervangen, hetgeen extrakosten meebrengt (+ 170 F/m³).

In een tweetal terrariaproeven werd de fysische afbraak van deze naaldblادgrond door regenwormen gevolgd.

Het aandeel van de rest van de fauna, zoals enchytraeiden, mijten, collembolen en in sommige gevallen het aanzienlijk aandeel van de sciariden wordt hier niet behandeld.

I.3.2. Materiaal en methoden

In grote terraria waarvan de lengte en de breedte respectievelijk 80 en 33 cm bedroegen werd zeer naaldrijk Pinus-strooisel gebracht. De hoogte van de strooisellaag bedroeg in de eerste proef 23 cm en in de tweede 26 cm. Een aanvangspopulatie van ongeveer 2 regenwormen per liter werd in het uitgangsmateriaal vastgesteld. In de eerste proef werd de aanvangspopulatie in één der terraria aangerijkt met 10 regenwormen per liter. De Lumbricidae behoren allen tot de typische strooiselafbrekers en bestonden vooral uit Dendrobaena-soorten : D. octaedra, D. attemsi en D. rubida met erbij nog Lumbricus rubellus en castaneus, Eisenia eiseni en Allolobophora chlorotica.

In een tweede proef werd de naaldgrond in een eerste terrarium ontsmet met een dosis overeenkomende met 5 kg Basamid-poeder (85% dazomet) per are, terwijl in het tweede terrarium slechts 1 kg Basamid per are werd gebruikt, waardoor de gevoelige regenwormpopulatie praktisch werd uitgeroeid, doch niet de bacteriën en de schimmel flora, alhoewel beide evenals de rest van de fauna wel erg worden gestoord.

In het derde en laatste terrarium werd de aanvangspopulatie aangevuld met 25 regenwormen per liter. Dergelijke populaties worden regelmatig op enkele bedrijven vastgesteld. Tenslotte werd per terrarium 50 g moutkiemen oppervlakkig uitgestrooid. Dit liet toe de ontsmetting van de grond door het toevoegen van dazomet visueel te volgen. In het eerste geval bleef ontbinding van de moutkiemen 2 maanden uit, terwijl het gistingsproces gepaard gaande met schimmelvorming na een paar dagen intrad in het derde terrarium. Verder werd de mechanische inklinking van de bodem zoveel mogelijk vermeden door de begieting te vervangen door een lichte verneveling met gedistilleerd water (geen uitloging) en de verdamping te beperken door de terraria af te sluiten met een regelmatig geperforeerd karton; waardoor de vochtigheidstoestand vrij konstant op azaleanorm kon gehouden worden. De bodemtemperatuur bedroeg 13 tot 17°C.

I.3.3. Macro-afbraak van de naaldblادgrond

Verse of nieuwe naaldblادgrond, zoals hij op het azaleabedrijf wordt gebracht is een weinig kompakte massa, bestaande uit opgehoopte veerkrachtige dennennaalden. Door de macroafbraak van de naalden door de regenwormen, ontstaat een snelle inklinking waarbij de losse structuur van het substraat verloren gaat.

Na 3 maanden werden foto's genomen van de grondmonsters uit de 2 terraria, waarbij onderscheid gemaakt werd tussen de bovenste lagen van de naaldblادgrond en de onderste lagen. In de onderste lagen werd namelijk de meeste aktiviteit waargenomen.

Uit foto 1 en 2 blijkt duidelijk, dat de door regenwormen bewerkte naaldblادgronden in veel kleinere deeltjes worden afgebroken en dat een bepaalde fraktie gemineraliseerd werd. Ook foto 5 illustreert duidelijk deze afbraak.

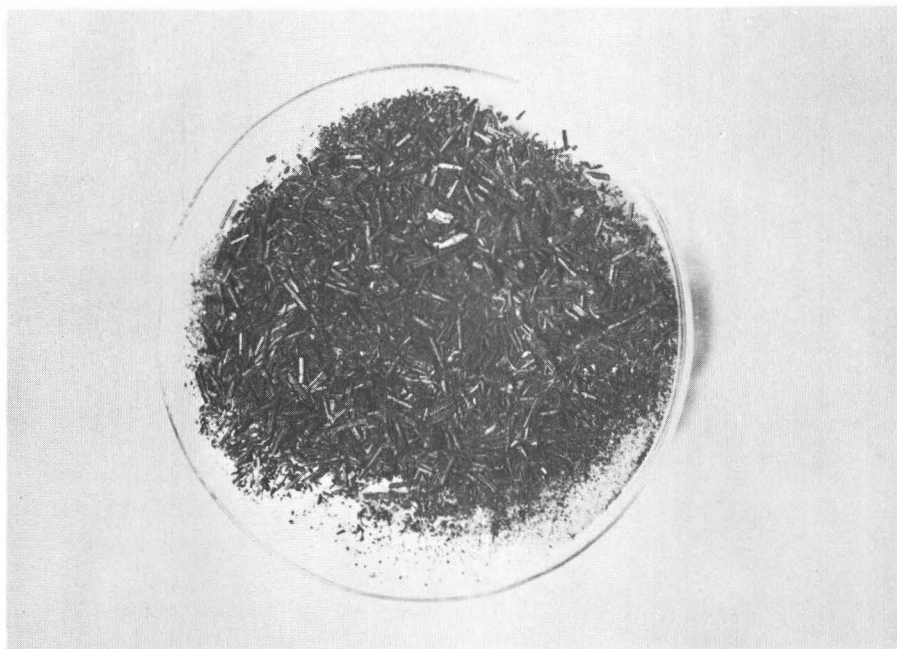


Foto 1.- Naaldblادgrondmonster uit de onderste lagen van een terrarium na 3 maanden macroafbraak met een normale regenwormpopulatie (12 per liter).

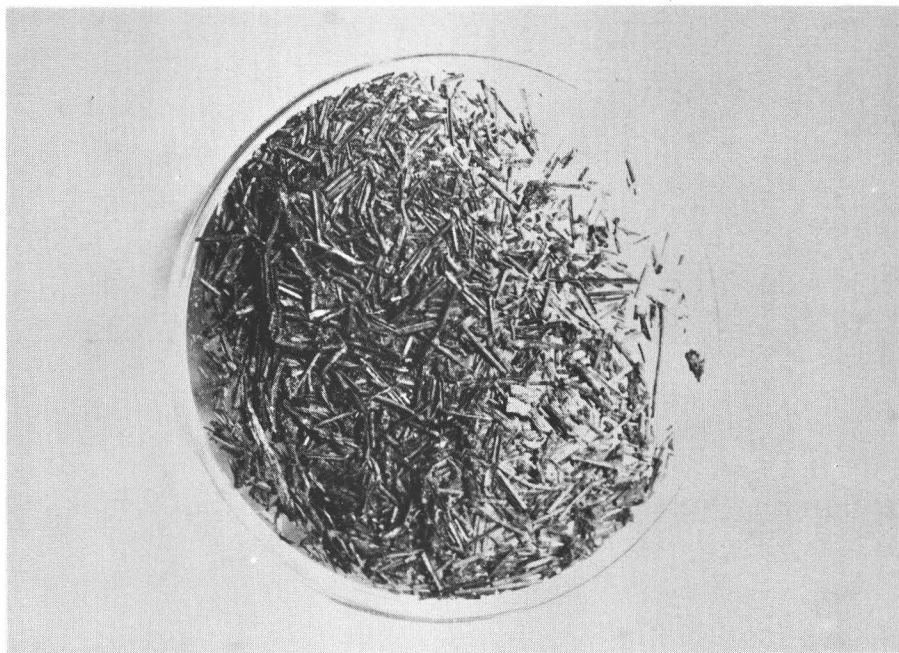


Foto 2.- Naaldgrondmonster uit de onderste lagen van een terrarium na 3 maanden macroafbraak met een arme regenwormpopulatie (2 per liter).

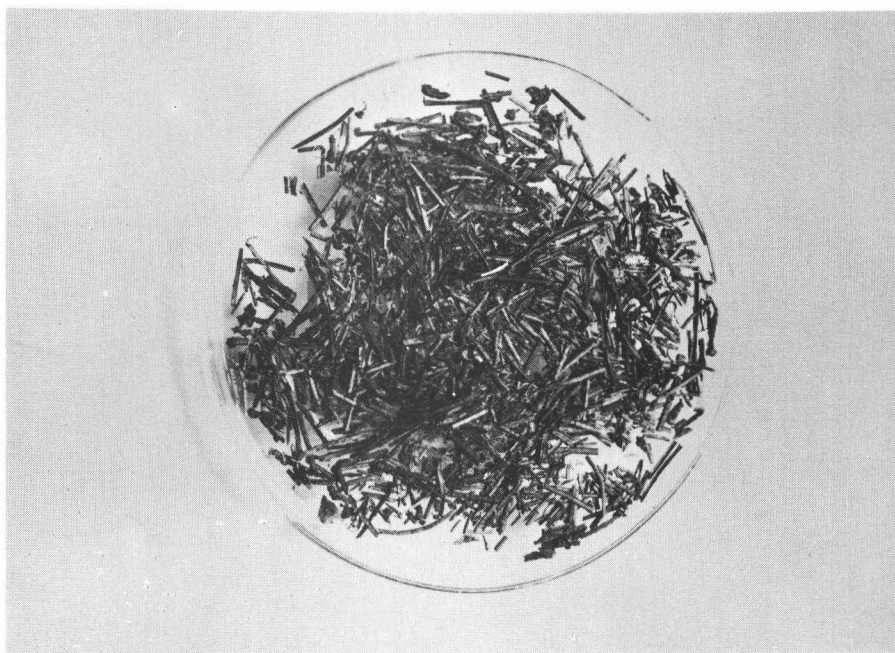


Foto 3.- Naaldgrondmonster uit de bovenste lagen van een terrarium na 3 maanden macroafbraak met een normale regenwormpopulatie (12 per liter).

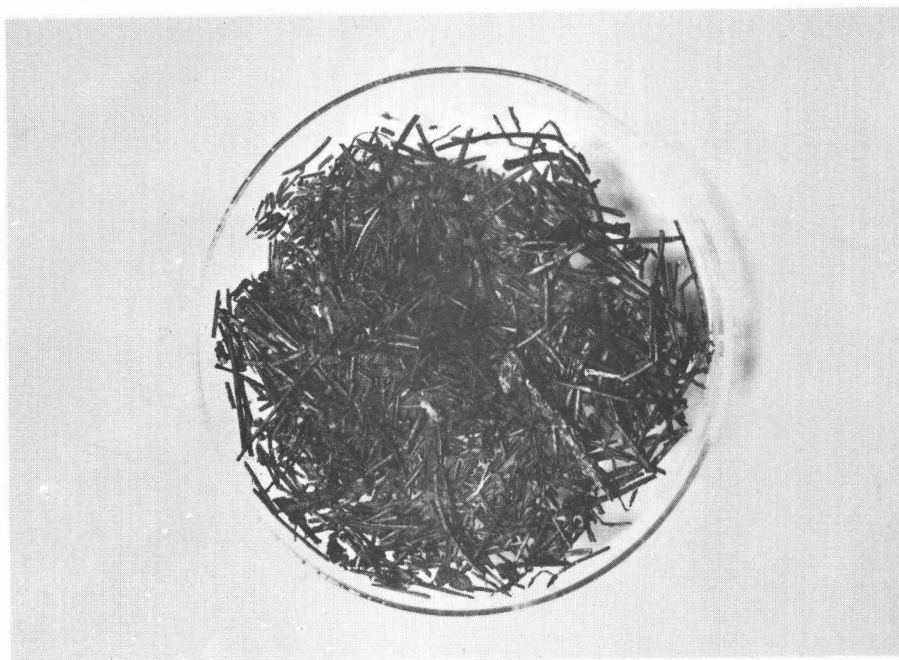


Foto 4. - Naaldgrondmonster uit de bovenste lagen van een terrarium na 3 maanden macroafbraak met een arme regenwormpopulatie (2 per liter).

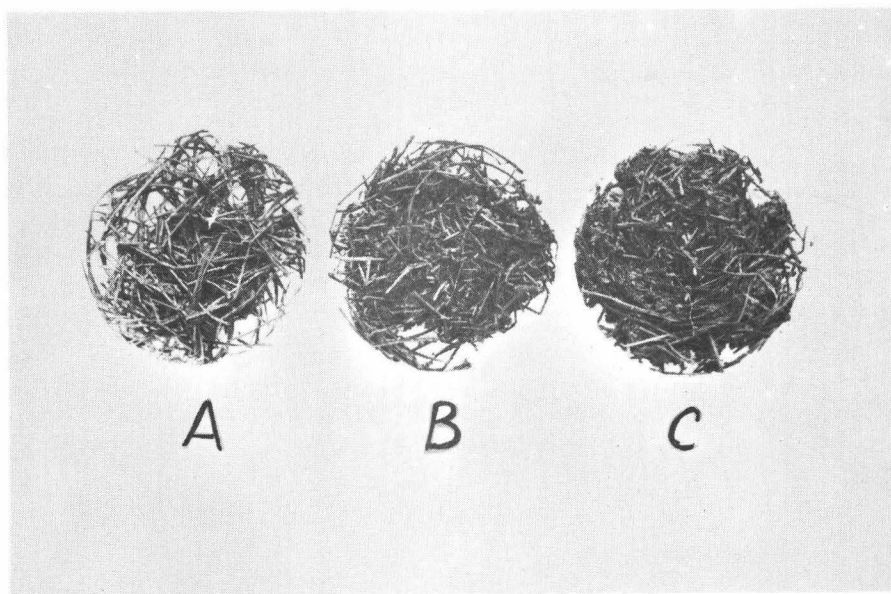


Foto 5. - Afbraak van de naaldbladgrond door regenwormen.

- A. Aan de oppervlakte gelegen grond werd weinig of niet aangetast.
- B. Licht aangetaste naaldbladgrond, na 3 maanden aanwezigheid in een terrarium met een kleine regenwormpopulatie (2 per liter).
- C. Sterk aangetaste naaldbladgrond, na 3 maanden aanwezigheid in een terrarium met een normale regenwormpopulatie (12 per liter).

I.3.4. Inklinking van het substraat

de getuigen 13% terwijl voor

De procentuele daling of inklinking van de naaldbladgrondlaag ten opzichte van de aanvangshoogte (23 cm) bedroeg na 3 maanden voor een populatie van 12 wormen per liter 26%. Na 7 maanden was dit respectievelijk 30 en 44%. Figuur 5 illustreert de inklinking in de tweede proef.

Een zeer sterke daling van de grondhoogte in door regenwormen bewerkte naaldbladgrond valt op, vooral in de eerste maanden. Later gaan de kurven naar elkaar toe, alhoewel een verschil van ongeveer 15% bleef bestaan in beide proeven.

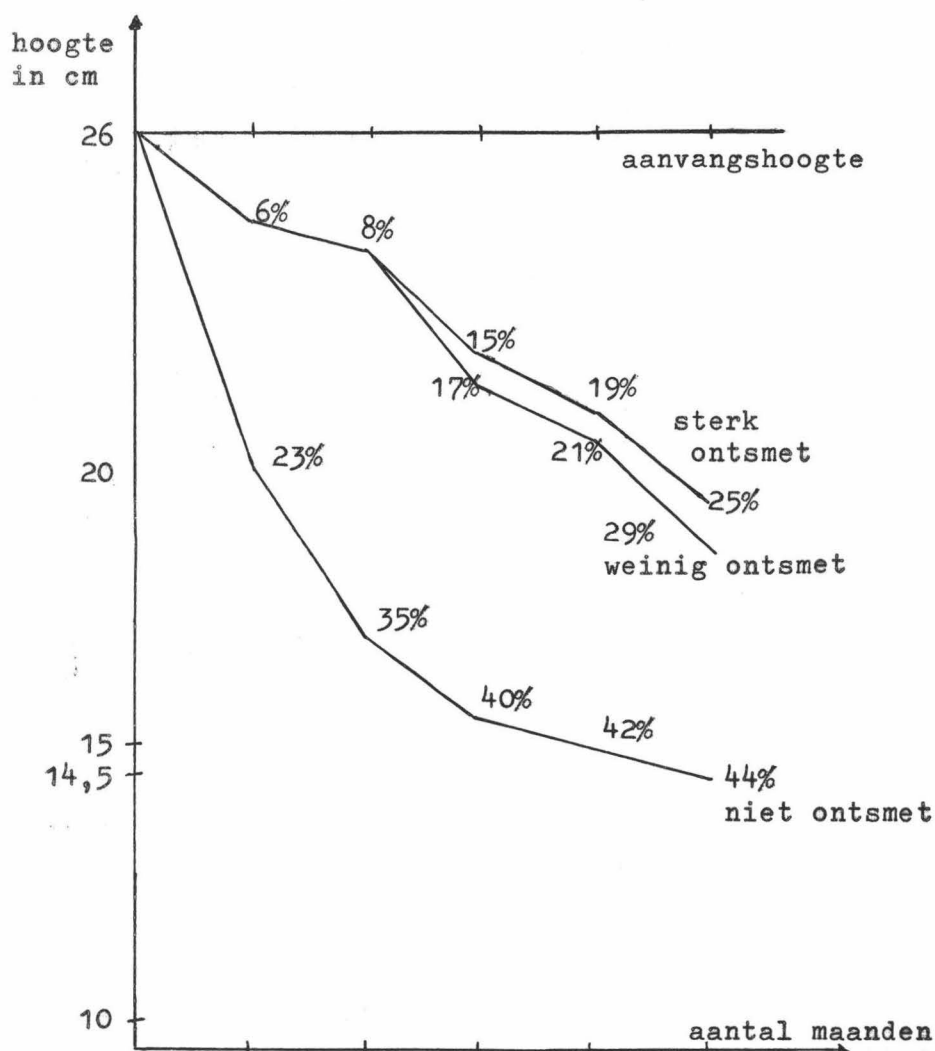


Fig. 5. - Werkelijke en procentuele daling van de naaldbladgrondhoogte in verschillend behandelde substraten.

I.3.5. Micro-biologische toestand 2 maanden na ontsmetting met dazomet

Na 2 maanden werden de bacteriën en de schimmels geteld na uitplanting op respectievelijk Nutrient Agar en Sabourand Dextrose Agar. Tabel 3 toont aan dat het gewenst verschil tussen licht en sterk ontsmet bekomen werd. Hieruit volgt dat de resultaten toelaten het kleine aandeel van de bacteriën en de schimmels bij de inklinking en het begin van de strooiselafbraak te illustreren.

Tabel 3

Aantal bacteriën en schimmels per g naaldbladgrond, 2 maanden na bodemontsmetting			
Ontsmettingswijze	Bacteriën	Schimmels	Overwegend
Sterk (5 kg Basamid/are)	$6 \cdot 10^6$	$1 \cdot 10^4$	Rhizopus
Licht (1 kg Basamid/are)	$18 \cdot 10^6$	$34 \cdot 10^4$	Mucor
Niet (sterke regenwormpopulatie)	$18 \cdot 10^6$	$105 \cdot 10^4$	Penicillium Mortierella Mucor Cladosporium

I.3.6. Bodemfysische bepalingen

Aan het "Laboratorium voor Bodemfysica" van de Fakulteit der Landbouwwetenschappen te Gent werden vergelijkende studies van de fysische eigenschappen van gronden uitgevoerd. Daar verstaat men door een geschikt substraat "het medium dat als standplaats voor de plant kan dienst doen, gekenmerkt door een hoog water-afgevend-vermogen, terzelfdertijd als door een groot luchtvolume".

Voor dergelijke bepalingen is de studie van de fazeverdeling nodig, d.i. het volume-procent vaste stof, water en lucht van het substraat bij verschillende zuigspanningen. Deze karakterisatie gebeurt door het opstellen van de pF-kurve, waaruit het volume vaste stof, vloeistof en lucht berekend wordt (DE BOODT, 1965).

De tabellen 4 en 5 geven de resultaten weer.

Tabel 4

Karakteristieken van de lucht- en waterhuishouding van naaldbladgrond na 3 maanden bewerking door regenwormpopulaties van respectievelijk 2 en 12 wormen per liter grond.				
Substraat	S.S.G. (I)	T.P.V. (II)	Vol. % lucht na begieting (III)	Vol. % gemak- kelijk opneem- baar water.(IV)
<u>Bovenste lagen</u>				
2 per liter	0,134	90,8	49,84	10,98
12 per liter	0,132	90,7	48,21	11,39
<u>Onderste lagen</u>				
2 per liter	0,159	87,3	38,42	10,80
12 per liter	0,177	87,5	37,91	13,64

Tabel 5

Karakteristieken van de lucht en waterhuishouding van behandelde naaldbladgronden.					
Behandeling	S.S.G. (I)	T.P.V. (II)	Vol. % lucht na begieting (III)	Vol. % gemak- kelijk opneem- baar water (IV)	Vol. % wa- terbufferend vermogen (V)
<u>Aanvang van de proef</u>	0,153	89,4	54,9	6,8	1,5
<u>Na 5 maanden</u>					
- sterk ontsmet	0,154	89,5	48,3	10,2	3,5
- licht ontsmet	0,160	88,9	40,2	18,1	3,0
- niet ontsmet (+ 25 wormen per l)	0,183	87,6	27,3	20,7	6,6

(I) = Schijnbaar soortelijk gewicht (S.S.G.)

(II) = Totaal poriën volume (T.P.V.)

(III) = bij 10 cm waterdruk (pF 1)

(IV) = tussen 10 en 50 cm waterdruk (pF 1-pF 1,7)

(V) = tussen 50 en 100 cm waterdruk (pF 1,7 - pF 2)
(volume % waterbufferend vermogen)

Pedologisch wordt als ideaal substraat voor azalea aangezien, het milieu dat na begieting minstens 20% gemakkelijk opneembaar water voor de planten beschikbaar stelt, terzelfdertijd met een zo groot mogelijk volume lucht (+30%).

We constateren dat door de afbraak het S.S.G., het volumepercent gemakkelijk opneembaar water en het waterbufferend vermogen van het substraat toeneemt, maar dat het volumepercent lucht na begieting snel daalt, zodat de tabellen aantonen dat door de inwerking van de regenwormpopulatie vlg pedologische verschillen beginnen op te treden.

Uit tabel 5 blijkt dat de ontsmette gronden wat luchtvolume betreft aanzienlijk beter zijn dan deze waarin dat de regenwormen en de rest van de fauna het verteringsproces hebben ingezet.

In deze proeven werd uitgegaan van zeer naaldrijk materiaal, omdat hierdoor de macroafbraak beter wordt geïllustreerd; dit is ook de reden waarom het volumepercent gemakkelijk opneembaar water hier optimaler wordt door de afbraak; bij een oudere grond valt ook deze faktor ten nadele van de plantengroei uit.

De geleidbaarheid van de grond werd ook gemeten. De grond met een regenwormpopulatie van 12 per liter had na 7 maanden een geleidbaarheid die 98 tot 154% hoger lag dan in het terrarium met 2 wormen per liter. Dit verschil wijst op een sterke mineralisatie in het eerste substraat. In de tweede proef bedroegen deze waarden na 5 maanden respectievelijk voor sterk, licht en niet ontsmet : 460, 570 en 690 micromho.

Om de omzettingsgraad of verteringsgraad van organische gronden te karakteriseren wordt ook de procentische aanwezigheid van de verschillende frakties volgens de dichtheid van het substraat bepaald (DE BOODT, 1965). Voor de resultaten zie tabel 6

Tabel 6

Gemiddeld aanwezige frakties in % van volgende dichtheden in verschillend behandelde naaldblادgrond.					
Dichtheid Behandeling	<1.000	1.000- 1.450	1.450- 1.550	1.550- 1.750	> 1.750
Sterk ontsmet	5,6	15,9	54,0	1,3	23,2
Licht ontsmet	8,1	15,2	23,1	24,8	28,8
Niet ontsmet (+ 25 wormen/l)	3,7	15,8	20,9	16,9	42,7

Hoe sterker de sparregrond afgebroken of gemineraliseerd is, hoe meer uitgesproken de zwaardere frakties vertegenwoordigd zijn. Tabel 6 toont duidelijk het verschil tussen de 3 behandelingen. De sterkst ontsmette grond kan aangezien worden als nieuwe naaldgrond, terwijl de niet-ontsmette op korte tijd de karakteristieken van oude grond blijken te hebben.

Tenslotte werden op het einde van de proef luchtdroge monsters van 70-90 g 2 minuten elektrisch gezeefd op een Jel-Toestel (Apparatebau-J. Engelmann Akt. Ges., Ludwigshafen a. Rh).

Voor de resultaten zie tabel 7.

Hieruit blijkt dat het procent deeltjes kleiner dan 1 mm in de door regenwormen afgebroken grond veel groter is. Dit geldt echter minder voor de zeer kleine fraktie, omdat deze waarschijnlijk vooral te wijten is aan afbraak door enchytraeiden, collembolen en mijten.

Tabel 7

Gemiddelde procentuele frakties van de grootte van de naaldbladgrond-deeltjes na 5 maanden (2 minuten elektrisch zeven; 4 herhalingen).			
Grootte van de deeltjes	niet ontsmet (+ 25 wormen/l)	licht ontsmet	sterk ontsmet
> 5 mm	5,4	11,1	9,9
3-5 mm	4,5	5,6	5,3
2-3 mm	7,4	12,3	11,1
1-2 mm	20,2	28,0	30,2
0,5-1 mm	27,9	18,2	15,3
0,2-0,5 mm	22,7	14,9	13,7
0,1-0,2 mm	9,9	8,2	11,9
< 0,1 mm	2,0	1,7	2,6

I.3.7. Besluiten

Deze 2 proeven tonen aan dat de naaldbladgrond door de regenwormen een grondige macroafbraak ondergaat, waardoor het verdere humificatie- en mineralisatieproces worden bespoedigd. De geleidbaarheid en tabel 7 tonen dit duidelijk aan. Een grondbesparing van 15 % moet zeker mogelijk zijn indien de regenwormen worden uitgeschakeld. Dit zou een financiële besparing meebrengen en het probleem van de schaars wordende bosgrond gedeeltelijk kunnen verhelpen. Door een actieve regenwormfauna veranderen de pedologische karakteristieken van de naaldbladgrond. De lucht- en waterhuishouding worden aanzienlijk gewijzigd. De eerste groeifactor valt ten nadele van de plantengroei uit; de tweede ten voordele, doch deze laatste weegt geenszins op tegen de eerste, ook omdat de regelmatige watertoediening met de huidige mechanisatie minder problemen stelt. Om bovenvermelde redenen kunnen we de strooiselafbrekende invloed van de regenwormen als schadelijk aanzien voor de azaleateelt.

I.4. FYSICO-PEDOLOGISCHE BESCHOUWINGEN BETREFFENDE DE AZALEATEELT EN REGENWORMEN

I.4.1. Literatuurgegevens

De vastgestelde strooiselafbrekende eigenschappen van regenwormen worden tenvolte door de literatuurgegevens gesteund. Het staat immers vast dat de afbraak van de strooisellaag in veel gevallen in de eerste plaats en voor het grootste deel afhangt van de regenwormen (FRANZ & LEITENBERGER, 1948; DUNGER, 1958; EDWARDS & HEATH, 1963; WITTICH, 1963; KURCEVA, 1964; GHILAROV, 1965; VAN DER DRIFT, 1965; HEATH et al., 1966; FRANZ, 1968).

Door het verkleinen van de naalden wordt de bladoppervlakte vergroot, waardoor de mikroorganismen gemakkelijker het verdere afbraakproces kunnen in gang zetten, dat uiteindelijk leidt tot de humificatie en mineralisatie van het organisch materiaal.

KURCEVA (1964) kon aantonen dat de mikrobiële afbraak van eikenloof, dat veel gemakkelijker afgebroken wordt dan naaldbladgrond, zeer langzaam geschiedt bij ontbreken van een woelende fauna, terwijl de afbraak 3 tot 6 maal vlugger geschiedt bij een normale populatie.

De funktie van de regenwormen kan echter wel door andere componenten van de bodemfauna overgenomen worden als slakken, myriapoda, insekten-

larven, mijten, collembolen, enchytraeiden en dgl., doch zelden kunnen ze een evengrote strooiselmasse verwerken als de regenwormen.

I.4.2. Pedobiologische aspecten

De hierboven vermelde invloeden van de regenwormen laten ons echter nog niet toe de bestrijding van deze organismen in naaldbladgrond ten volle te verantwoorden, omdat hiermede niet alle aspecten van het probleem behandeld zijn.

In bossen wordt de bladval naargelang de aard van het materiaal, klimaat en bodemleven omgezet in 3 verschillende vormen van humus, die van de biologisch beste tot de meest ongunstige gaat, en respektievelijk mull, moder en mahr worden genoemd. Normaal wordt bij dezelfde water- en luchthuishouding en temperatuursomstandigheden mull gevormd op een basenrijke bodem, met sterke macrofaunabezetting en overwegen van bacteriën en actinomyceten, terwijl mahr ontstaat bij toenemende verarming van het bodemleven, alsmede met een biologische verschuiving ten gunste van schimmels en de mikrofauna (WITTICH, 1963). Bij mull is eveneens de pH en het asgehalte van de oppervlakkige humuslaag hoger dan bij moder en mahr (zie fig. 6).

Algemeen pedologisch gezien is mull de ideale en gewenste humusvorm. Uit de strooiselverteringsproeven van WITTICH (1963) is gebleken dat om mull-toestand in naaldbossen te bekomen een woelend werkende fauna absoluut noodzakelijk is. KUBIENA (1955), MURPHY (1955), VAN DER DRIFT (1963), PEREL (1966) en BURGESS (1967) zijn dezelfde mening toegedaan.

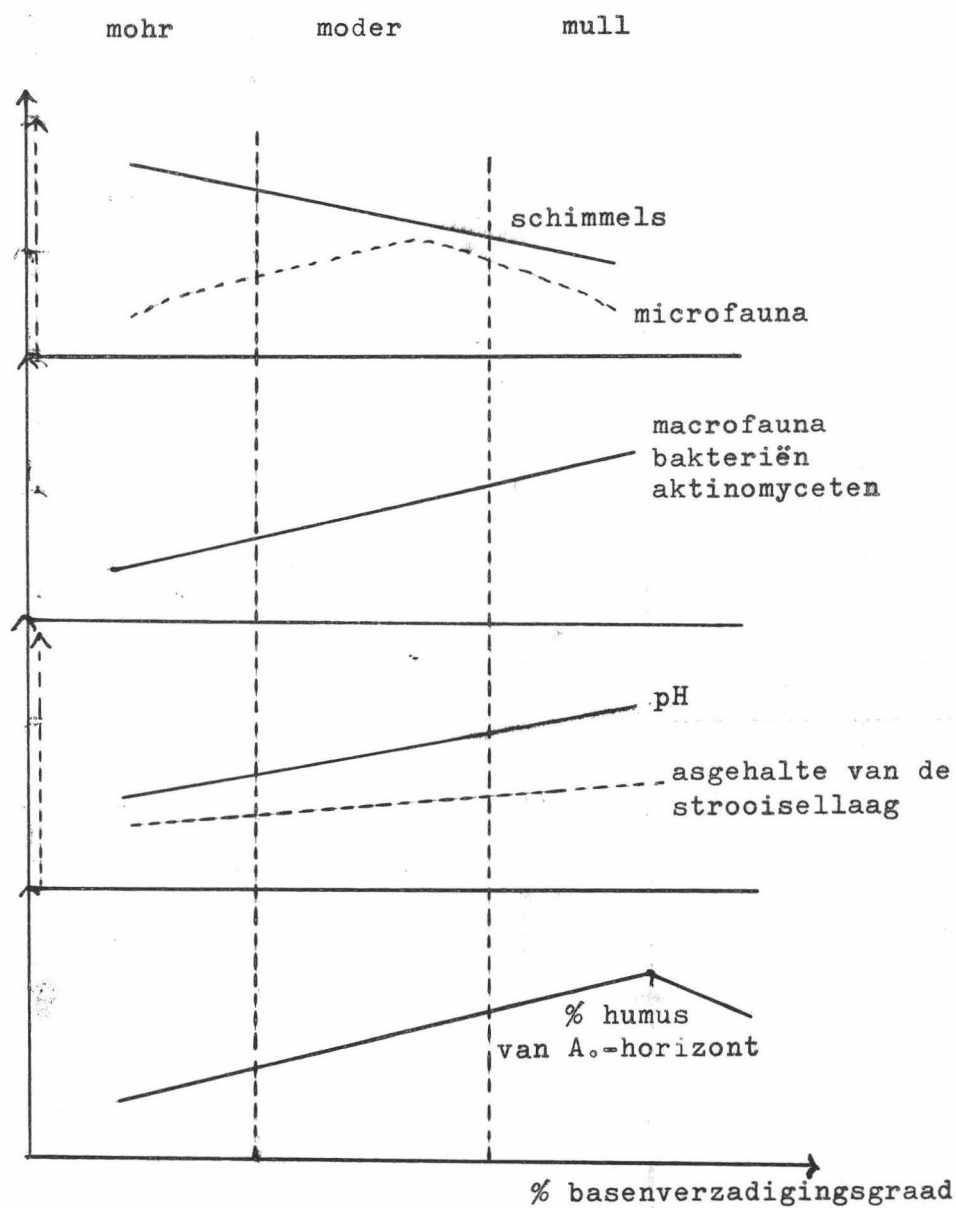
De door de regenwormen in de grond getrokken coniferennaalden worden, sneller en grondiger afgebroken dan de oppervlakkige strooisellaag. Naalden die toevallig niet bewerkt werden door regenwormen hadden na 5 jaar nog hun uitwendige structuur behouden.

De invloed van een sterke regenwormpopulatie kan zo determinerend zijn dat in een zuiver sparrebos in het zuidelijk deel van het Zwarte Woud overall mull-toestand is ontstaan, op een plaats waar normaal een zeer zure mahr-bodem en sterke podsolisering was te verwachten.

De mull-vorm in naaldbossen in Laag België wordt zelden of nooit verkregen, o.a. wegens het ontbreken van basenrijke bodems met rijke strooiselverterende fauna. Door het uitroeien van de regenwormen op het azaleabedrijf mag men aldus verwachten dat een zeer zure mahr-humus zal ontstaan.

Fig. 6

Eigenschappen van de humus onder dezelfde klimatologische omstandigheden (vrij naar WITTICH, 1963)



I.4.3. Fysico-chemische aspecten

Nu stelt zich de vraag "Is de mohl-bodem minder goed dan de mull-grond voor het azaleabedrijf?". Mohl is karakteristiek voor wel gedraineerde, zure gronden, en de beschikbare hoeveelheid kalk is laag (MURPHY, 1955). Het heeft volgens DE BOODT een lager waterophoudend vermogen en een hogere luchtporositeit dan mull. De praktijk heeft uitgewezen dat nieuwe naaldbladgrond, t.t.z. de oppervlakkige strooisellaag uit het bos, de beste resultaten geeft in de azaleateelt. Deze teelt vraagt immers een luchtig, kalkarm en zuur substraat (*). Aan deze eisen is beter voldaan met nieuwe naaldbladgrond dan met een naaldbladgrondsубstraat, dat zich reeds meerdere jaren op het bedrijf bevindt. Mohl blijkt eveneens op deze gebieden beter te voldoen aan de eisen die de azaleakultuur stelt dan mull. We konstateren daarbij dat op bedrijven die kwaliteitsplanten leveren een sterke prepodsolisatie (**) is opgetreden. Meerdere experts en kwekers zijn overtuigd dat op een niet goed doorlaatbare bodem de kultuur van de azalea te wensen overlaat. Deze pre-podsolgronden zijn ten andere alle sterk doorlaatbaar. De zo voor het bos gunstige mull-toestand is voor de azaleateelt niet gewenst, gezien podsolisatie steeds gepaard gaat met de vorming van mohl-humus en het is zeer twijfelachtig of een eventueel rijke mull-fractie in het groeisubstraat of in de juist eronder liggende laag een meeropbrengst kan teweegbrengen in de huidige kultuurwijze. Mull heeft ook een hoger absorptievermogen dan mohl voor kationen. Door de extreem hoge begieting die voor de azaleateelt geldt met putwater, waarin 400-800 mg zout per liter aanwezig is, krijgen we een wanverhouding tussen de voedende elementen als NH_4^+ , NO_3^- , PO_4^{--} , Mg^{++} , Ca^{++} , SO_4^{--} , Fe^{++} , Mn^{++} om de voornaamste te noemen en de in massa met het sproeiwater aangevoerde Na^+ , Ca^{++} , en Cl^- ionen; zodanig dat een hoger absorptievermogen voor de kationen hier ten nadele van de kultuur kan werken. Het vrij veel voorkomen van chloroseverschijnselen in de azaleateelt kan ook op deze wijze verklaard worden.

(*) Andere kultureisen zijn een doordringbare ondergrond, die het overtollige water der dagelijkse begietingen snel en gemakkelijk laat wegvloeien; evenals de kwaliteit van het begietingswater, waarbij vooral de hardheidsgraad in het oog dient gehouden te worden (SCHEERLINCK et al, 1938). De symbiose tussen azalea en haar endotrofe mycorrhiza is echter te weinig bestudeerd opdat we haar belang in het algemeen zouden kunnen onderkennen.

(**) Pre-podsol is een zure doorlaatbare bodem, waar het podsolisatieproces weliswaar reeds een aanvang genomen heeft maar nog niet heeft geleid tot de vorming van een ondoorlaatbaar B-horizont (akkumulatiehorizont) op een diepte van ongeveer 40-50 cm (AMERYCKX, 1960).

De strooiselafbraak brengt echter voedende bestanddelen en koolzuurgas in de omgeving van de wortels, zodat we hier een gunstig element vinden. Deze factoren moeten echter door een doeltreffende bemesting kunnen vervangen worden.

Tenslotte zijn de regenwormen eveneens in staat de zuurheidsgraad van hun milieu te wijzigen; de verhoging van de alkaliteit is hier echter niet gewenst.

I.4.4. Besluiten

Het feit dat de azaleateelt een zuur en luchtig milieu wenst en dat aan deze eigenschappen de weinig afgebroken naaldbladgrond en de geaëreerde mohl-humus het best voldoen betekent dat de regenwormpopulatie die normaal een mull-humus in de hand werkt, theoretisch moet gedrukt worden in de azaleateelt.

I.5. MOGELIJKE GUNSTIGE INVLOEDEN VAN REGENWORMEN OP DE PLANTENGROEI

VAN RHEE (1965) kon in artificiële kulturen met landbouwgewassen aantonen dat de regenwormen een vrij sterke meeropbrengst van de droge stof gaven. WATERS (1951) en PONOMOREVA (1962) stelden dit reeds vroeger in potproeven vast. Het is niet uitgesloten dat dergelijke meeropbrengsten zich ook in de sierplantenteelt kunnen voordoen.

De regenwormen blijken in staat te zijn zelf bepaalde vitamines en enzymen te vormen (TRACEY, 1951; PARLE, 1963; KAMAT, 1962; LAVERACK, 1963; GAVRILOV, 1963; DUNGER, 1964; YOKOE & YASUMASU, 1964); in andere gevallen worden deze activiteiten aan de microflora, die ermee kan geassocieerd zijn, toegeschreven (ZRAZEVSKY, 1957; BRÜSEWITZ, 1959; GHILAROV, 1963; WENT, 1963; KOZLOVSKAYA, 1963; 1964ab; DUNGER, 1964; ATLAVINYTE et al. 1969)(*). DUBASH & GANTI (1964) vonden vrije aminozuren in de uitwerpselen van de tropische wormsoorten Pheretima posthuma en Pontoscolex corethrurus. Deze stoffen kunnen de plantengroei bij hun fysiologische processen ten goede komen.

(*) Sommige van deze gegevens zijn ontleend aan het overzichtswerk van GHABBOUR (1966).

De levende organismen in de bodem produceren door hun ademhaling en door de afbraak van het organisch materiaal, waarvoor ze verantwoorde-lijk zijn, een ruime hoeveelheid koolzuurgas, dat nog altijd een volgens de "minimum - wet van Liebig" limiterende faktor is voor de plantengroei.

Hun "biomassa" vertegenwoordigt een kapitaal voor de bodem. Bij hun afsterven komen organische stoffen voor allerlei syntheses vrij, waarvan plant en dier kunnen gebruik maken. Zowel in koolzuurgasproduktie als in de "totale biomassa" is de bijdrage van de regenwormen in de gebruikte naaldbladgrond groot.

Door het eventueel bestrijden van de regenwormen, neemt niet alleen de regenwormpopulatie af, doch er kunnen zich ook andere fauna- en floraver-schuivingen voordoen, waardoor een gewijzigd biotoop zal ontstaan. Het is echter niet denkbeeldig dat door de bestrijding van de regenwormen in sommige gevallen verstoringen van het biologisch evenwicht tot zeer ongun-stige teeltomstandigheden kan leiden; omdat hierdoor voor de planten scha-delijke componenten van de fauna of flora de overhand kunnen krijgen in het milieu.

Vooraleer de beslissing te nemen de regenwormen te bestrijden, omwille van hun strooiselafbrekend effect, is het dus nodig de mogelijke nadelen van een bestrijding hiertegen af te wegen.

I.6. BESTRIJDING VAN REGENWORMEN

I.6.1. Inleiding

Wil men ekonomiseren op de naaldbladgrond dan kan dit bodemsanitair opgelost worden door de regenwormbestrijding. Gezien er geen specifieke lumbriciden in de handel bestaan hebben de kwekers, die meenden met een regenwormprobleem af te rekenen te hebben hun toevlucht genomen tot de algemeen gebruikte insekticiden. De resultaten lieten echter volkomen te wensen over, zodat we verschillende bestrijdingsmiddelen hebben uit-getest.

I.6.2. Literatuurgegevens

Gezien het belang van de bodemfauna voor het behoud van de bodemstructuur en de vruchtbaarheid van landbouw-, tuinbouw- en bosgronden stelden onderzoekers zich de vraag welke invloed de pesticiden en meer bepaald insekticiden hebben op de bodemfauna. Een grote verscheidenheid in de resultaten is uit de literatuur in verband met de invloed van insekticiden op de regenwormfauna vast te stellen. Weliswaar zijn deze uiteenlopende resultaten gedeeltelijk te verklaren.

Naargelang de auteur was het proefobject : Eisenia foetida, Lumbricus rubellus, Lumbricus terrestris, Allolobophora caliginosa of een gemengde populatie. Ook de exotische Megascolecidae-soort Pheretima hupeiensis komt hierbij in aanmerking. De proefduur verschilt van 48 uur tot 2 maand, maar gewoonlijk werd 4 dagen tot 1 maand genomen. De vochtigheid van de grond (VAN DER DRIFT, 1963) en het humusgehalte (HOY, 1955) hebben een grote invloed op de sterfte bij een bestrijdingsproef met insekticiden. Waarschijnlijk zijn er ook bepaalde biologische stadia, tijdens dewelke de weerstand van de wormen tegenover insekticiden verzwakt is. Hetzelfde zou kunnen optreden na een periode van ongunstige ekologische of klimatologische omstandigheden.

De literatuurgegevens over de giftigheid van de meest gebruikte insekticiden voor de Lumbricidae laten ons toe volgend overzicht te geven. Ongeveer 500 g DDT per are blijkt nodig te zijn om na 2 maand een sterfteprocent te verkrijgen, dat overeenkomt met een bestrijding. Sommige auteurs wijzen op een werkelijk onvoldoende toxische werking van dit middel tegen regenwormen. Zo konstateerde RICHTER (1953) dat de regenwormfauna niet verminderd was na toediening van 20 kg DDT per are. GOFFART (1949) vond na 8 dagen geen verschil tussen de getuige en grond waarin ongeveer 50 kg DDT per are aanwezig was. DOANE (1962) zegt dat de regenwormen grote hoeveelheden DDT kunnen akkumulieren zonder erdoor gedood te worden.

Over HCH en lindaan zijn nogal tegenstrijdige gegevens verschenen. De meeste auteurs wijzen op een weinig effectieve werking. De verschillende bijdragen laten vermoeden dat wel 400 g HCH per are nodig zijn om een aanzienlijke reductie van de regenwormpopulatie na 2 maand te krijgen.

GOFFART (1949) mengde HCH-stuifpoeder van een niet nader bepaalde concentratie met grond in verhoudingen 1/1000, 1/500 en 1/100; deze laatste verhouding betekent ongeveer 250 kg stuifpoeder per are. Niettegenstaande deze zeer hoge dosis was er na 8 dagen geen blijvende beschadiging aan de wormen. GRIGOR'EVA (1952) toonde aan dat het aantal regenwormen 3 maanden na de behandeling op de grond met 50 g, 100 g, 150 g en 300 g HCH per are toegenomen was t.o.v. de getuige-percelen. LIPA (1958) kon eveneens vaststellen dat de regenwormpopulatie toenam met toenemende HCH-koncentratie.

Uit de gegevens van HOPKINS & KIRK (1957), MORRISON & CROWELL (1954), SCHREAD (1952), TIEDGENS (1952) en VAN DER DRIFT (1963) blijkt dat aldrin werkzamer is dan DDT en HCH. Een dosis van 50 g per are zou echter weinig of geen invloed hebben op de regenwormfauna. SCHREAD (1952) nam slechts na meerdere weken een reducering van de populatie waar bij een dosis van 370 g aldrin per are.

Chlordaan blijkt een van de best werkende gechlloreerde K.W.S. te zijn tegen regenwormen (VAN DER DRIFT, 1963; SCHREAD, 1952; DOANE, 1962 en HOPKINS & KIRK, 1957). Volgens SCHREAD volstaan 500 g en voor DOANE 110 g chlordaan per are om al de regenwormen te doden na respectievelijk 2 en 18 maanden.

Diieldrin vertoont grote gelijkenis met aldrin; heptachloor met chlordaan. Nochtans stelden MORRISON & CROWELL (1954) geen schade vast aan de regenwormen na een behandeling met 110 g heptachloor per are.

ALLOTT (1963) konstateert een hoge mortaliteit met ongeveer 400 g toxapheen per are; dit produkt bleef 18 maanden werkzaam.

Algemeen blijken de organische fosforverbindingen werkzamer te zijn tegen regenwormen dan de gechlloreerde K.W.S. Toch neemt SCHREAD (1952) aan, dat 1 kg parathion per are nodig is voor de totale doding van de Lumbricidae-populatie, alhoewel hij reeds een hoog sterfteprocent bereikte met 350 g. HYCHE (1956) had 100% der wormen dood bij 3 kg parathion per are na 48 uur. GOFFART (1949) mengde E 605-stuifpoeder met grond in de verhoudingen 1/500 en 1/1000. Bij de hoogste dosis waren de wormen dood na 8 dagen, maar niet altijd in het tweede geval, dat overeenkomt met 6 kg parathion per are. De proeven van VAN DER DRIFT (1963) toonden bij de met parathion behandelde wormen een overlevings-tijd die hoger was dan bij de getuigen. WEBER (1953) beweert dat parathion 2-3 weken werkzaam is tegen Oligochaeta. Volgens BOHM (1958)

wordt het voor regenwormen vrij giftige parathion in de bodem snel ontgiftigd. De door HOPKINS & KIRK (1957) bekomen resultaten wijzen op een 3 tot 10 maal sterkere werking van malathion en gusathion dan de gechloreerde K.W.S. De L.D.50 na 96 uur met Eisenia foetida waren respektievelijk: chlordaan 56g/are, aldrin 47g/are, heptachloor 45g/are, dieldrin 31g/are, HCH 20g/are, malathion 17g/are en gusathion 3,4g/are actieve stof. De L.D.100 voor gusathion was 9g/are. Deze uitslagen blijken toch sterk af te wijken met de bekomen resultaten van andere onderzoekers.

De publikaties van AN DER LAN, ASPOCK en van beiden (1962) over Sevin (50% carbaryl) tonen aan dat dit middel waarschijnlijk het meest toxische insecticide is voor regenwormen. Bij kontakt is de schade irreversibel en aldus zou 50 g actief produkt per are kunnen volstaan om de bestaande populatie uit te roeien. In bosgrond zou dit produkt volgens ASPOCK (1962) een jaar werkzaam zijn.

Uit deze literatuursamenvatting blijkt dat de bekomen resultaten bij de bestrijding van de Lumbricidae met insecticiden zeer uiteenlopend zijn. Het welslagen van de bestrijding hangt niet alleen af van het bestrijdingsmiddel en de wormen, maar eveneens van het substraat, de ekologische en klimatologische omstandigheden en een reeks factoren, die nog niet nader vast te stellen zijn.

I.6.3. Materiaal en methoden

Daar het moeilijk is tellingen uit te voeren met Dendrobaena-soorten, vermits deze vorm eerder klein is en moeilijk opgemerkt wordt in naaldblادgrond werden onze proeven uitgevoerd met Lumbricus rubellus.

Deze regenwormsoort werd uit blijvend grasland verzameld.

Het bestrijdingsmiddel werd met éénjarige naaldblادgrond vooraf goed gemengd in een gekozen verhouding. Deze grond werd in plasticpotten gebracht. Per pot werden 10 regenwormen bovenop het substraat gelegd en de wormen groeven zich ogenblikkelijk in. Per produkt en dosis waren er 5 herhalingen. De potten werden afgesloten met een gaasdoek en gedurende de proefperiode in een azaleaserre gehouden. In deze laatste werd de temperatuur en de relatieve vochtigheid met een thermohygrograaf gevolgd. Niettegenstaande het gebruik van rietmatten schommelden de temperatuur en vochtigheid nog beduidend; evenals deze van de potgrond;

doch dergelijke fysische veranderingen doen zich op identische wijze voor bij de azaleateelt. De potgrond kreeg op regelmatige tijdstippen met een spuittoestel een hoeveelheid water bij.

Een pesticide kan weinig tot zeer persistent zijn, snel of langzaam, hevig of gematigd werken. Om deze reden werden tellingen uitgevoerd na 64 uur, 1, 2, 3 en 4 weken.

Volgende produkten werden uitgetest :

1. de insekticiden :

aldrin

parathion

thiometon

carbaryl

2. de nematiciden :

DD

dazomet

DBCP

3. andere middelen :

calciumformiaat

sublimaat

I.6.4. Resultaten in naaldbladgrond

I.6.4.1. Insekticiden

In een eerste proef werden de door de azaleakwekers veel gebruikte insekticiden parathion, thiometon en aldrin uitgetest en dit tijdens de zomermaanden. De toegepaste dosissen werden berekend voor een bouwlaag van 20 cm en op eenheidsdosissen actief produkt van respectievelijk 5g, 4g, en 50g/are; dit zijn de hoeveelheden aangegeven voor bodeminsekten als ritnaalden, engerlingen, aardrupsen en dgl. We namen hiervoor de handelsprodukten E 605 Bayer (25% parathion), Ekatine (20% thiometon) en Alphos (2,5% aldrin).

Tabel 8 geeft de resultaten weer.

Tabel 8

Bestrijdingsproef van Lumbricus rubellus met insekticiden
(totaal 1.350 regenwormen)

aantal ma- len de eenheids- dosis	parathion		thiometon		aldrin	
	g/are aktief produkt	% dood na 64 uur	g/are aktief produkt	% dood na 64 uur	g/are aktief produkt	% dood na 64 uur
0	0	0	0	0	0	0
1	5	2	4	0	50	0
2	10	2	8	6	100	0
4	20	2	16	4	200	2
8	40	4	32	4	400	0
16	80	0	64	0	800	0
32	160	0	128	0	1600	2
64	320	4	256	4	3200	4
128	640	4	512	48	6400	56

Uit deze gegevens blijkt dat deze insekticiden na 64 uur weinig of geen resultaat geven, daar zelfs bij dosissen 64-maal hoger dan de eenheidsdosis slechts 4 % regenwormen gedood werden. De dosissen 128-maal hoger gaven een mortaliteit van 48 en 56 % voor respektievelijk thiometon en aldrin. Tabel 8 toont in alle geval aan dat met bruikbare dosissen van deze insekticiden op korte tijd geen gunstig resultaat is te verwachten. Het was echter nodig na te gaan hoe de mortaliteit bij een langere proeftijd evolueerde. Daarom werden eveneens tellingen uitgevoerd na 1,2,3 en 4 weken.

Bij een langere proeftijd moet water aan de potten toegevoegd worden om de vochtigheid van de bladgrond voldoende hoog te houden.

Met behulp van een calciumcarbide-meetapparaat werden de vochtigheidschommelingen vastgesteld. Deze vochtigheid schommelde gemiddeld tussen 60-85 %, met extremen van 35 en 90 %.

De minimum luchttemperatuur in de serre bedroeg 13-18°C, de maximum luchttemperatuur 27-35°C. De luchtvochtigheid schommelde tussen 30% en 80%.

In de tweede insekticideproef bij een langere proeftijd werden dezelfde handelsprodukten gebruikt, behalve dat Alphos vervangen werd door Aldrin 25 Gorsac (25% aldrin). Voor de resultaten zie tabel 9

Er werd eveneens een vergelijkend proefje aangelegd tussen de handelsmerken Aldrin 25 Gorsac (25% aldrin) en Alphos (2,5% aldrin) aan 6400g/are actief produkt. Het procent dode regenwormen na één week was respectievelijk 99 en 96 procent.

Tabel 9

Bestrijdingsproef^e van Lumbricus rubellus met insekticiden
(totaal 1400 regenwormen)

Produkten	g/are aktief produkt	% dood na			
		1 week	2 weken	3 weken	4 weken
Getuige	-	6	2	0	10
Aldrin	800	22	34	56	74
	6400	94	100	100	100
Parathion	80	0	2	0	14
	640	0	0	4	14
Thiometon	64	6	0	4	14
	512	58	80	74	82

De regenwormbestrijding in naaldbladgrond kan onmogelijk met parathion uitgevoerd worden; het sterfteprocent voor zeer hoge dosissen is na 4 weken niet verschillend van de getuige. Thiometon geeft een duidelijke mortaliteit bij zeer hoge dosissen, die echter zowel om economische als om veiligheidsredenen t.o.v. mens en plant, niet kunnen worden gebruikt.

Aldrin blijkt binnen de fytotoxisch toelaatbare dosis te kunnen worden aangewend bij de bestrijding van regenwormen. Nochtans hebben we kunnen vaststellen dat aldrin op enkele azaleavariëteiten gewoonlijk een kwaliteitsremmend effect veroorzaakt.

Een aantal onderzoekers voerden hun tellingen na 4 dagen uit en kwamen bij deze proefduur gunstige resultaten. Ze werkten echter in een ander substraat. We konstaten dat bij dergelijke proeven 2 weken volstaan om de werking van het produkt te beoordelen.

Op dezelfde wijze werd een proef aangelegd met het insecticide Dicarbam (50% carbaryl). De normale dosis bedraagt 50g actief produkt per are. De klimatologische en bodemkundige omstandigheden waren dezelfde als in de vorige proef.

Voor de resultaten zie tabel 10

Tabel 10

Bestrijdingsproef van Lumbricus rubellus in naaldbladgrond
met carbaryl (totaal 1750 regenwormen)

Aantal g/are actief produkt	% dood na				
	64 uur	1 week	2 weken	3 weken	4 weken
0	0	2	4	4	6
50	2	6	8	26	28
100	2	4	6	20	22
200	10	4	28	26	28
400	12	32	40	34	54
800	32	40	44	66	48
1600	36	50	60	72	64

Carbaryl blijkt reeds bij relatief lage dosissen t.o.v. de andere gebruikte insecticiden een dodend effect te hebben voor regenwormen.

Opvoeren van deze dosis heeft echter weinig zin, omdat de mortaliteit niet in evenredigheid stijgt en gevaar voor fytotoxiciteit bij toepassing in de praktijk niet denkbeeldig is. In de praktijk moeten enkele herhaalde behandelingen met 100 g carbaryl per are een even gunstig resultaat geven dan éénmaal een hoge dosis.

Algemeen konstaten we dat de literatuurgegevens sterk uiteenlopen en dit zowel onderling als vergeleken met onze resultaten. De verschillende resultaten kunnen meerdere oorzaken hebben waaronder we als mogelijke vermelden : grondsoort, vochtigheid en temperatuur, humusgehalte, wormsoort, tijd.

I.6.4.2. Nematiciden

Basamid BASF (85% dazomet) aan 3 kg/are en DD-Shell (1200 g/l DD) aan 6 liter/are zijn uitstekende aaltjesdodende middelen, zodat een sterke wormdodende werking verwacht kon worden.

De proefomstandigheden waren dezelfde als voor de insekticiden.

Tabel 11 geeft de resultaten weer.

Tabel 11

Bestrijdingsproef van Lumbricus rubellus met dazomet en DD
(totaal 700 regenwormen)

dazomet		DD	
kg/are	% dood na 64 uur	kg/are	% dood na 64 uur
0	2	0	2
0,16	0	0,9	6
0,32	12	1,8	90
0,64	84	3,6	78
1,28	100	7,2	98
2,55	100	14,4	100
5,10	100	28,8	100

Bij de dosis 0,32 kg/are dazomet, bij dewelke slechts 12% dood was, vertoonden meerdere nog levende eksemplaren op enkele segmenten ver-smallingen en insnoeringen. Volgens onze observaties houden dergelijke symptomen verband met nakend afsterven.

Basamid en DD, werden daarna op de soort Dendrobaena octaedra bij hun gewone gebruiksdosis en in gelijke omstandigheden getest. Ze gaven totale voldoening.

Daarenboven werd een leegstaande serre op een aangetast bedrijf ont-smet met Basamid (3 kg/are). Twee dagen later kon geen enkele levende regenworm gevonden worden.

Uit deze reeks proeven kunnen we besluiten dat de nematiciden Basamid en DD een uitgesproken regenwormdodende werking hebben.

Gezien nu, de besproken nematiciden sterk fytotoxisch zijn, werd ook het weinig fytotoxisch middel DBCP (dibromochloropropaan) beproefd. Van het gekorreld handelsprodukt Nemagon-20 (19% DBCP) wordt gewoonlijk 2 tot 4 kg per are voor aaltjesbestrijding toegepast. Ook emulgeerbaar Nemagon (80% DBCP) werd gebruikt.

In tabel 12 worden de resultaten van de proef met DBCP samengevat.

Tabel 12

Bestrijdingsproef van Lumbricus rubellus met dibromochloropropaan (totaal 1000 regenwormen)

	kg DBCP per are	% dood na			
		1 week	2 weken	3 weken	4 weken
Nemagon-mengolie	0	0	2	tellin-	tellin-
	0,19	0	0	gen	gen
	0,38	0	0	niet	niet
	0,75	0	2	uitge-	uitge-
	1,5	0	8	voerd	voerd
	3	2	16		
Nemagon-korrel	0,4	4	18	28	18
	0,8	2	16	30	38

Nemagon-korrel heeft eveneens na 3 à 4 weken met bruikbare dosissen een licht dodende werking op de regenwormen. De regenwormsterfte kan hier echter niet blijven toenemen, gezien het produkt na een zekere tijd verdampt is, tenware irreversiebele beschadigingen zouden optreden, hetgeen echter wordt tegengesproken door het "Nemagon soil fumigant handbook".

I.6.4.3. Andere middelen

Naast de gekende insekticiden en nematiciden werd eveneens de invloed van calciumformiaat en sublimaats op de regenwormen gevolgd.

Calciumformiaat wordt na 2 dagen in vochtig milieu afgebroken tot onschadelijke stoffen, zodat het een meer algemene toepassing zou kunnen vinden. Sublimaat is een oud gekend produkt tegen regenwormen.

In tabel 13 worden de resultaten weergegeven.

Tabel 13

Bestrijding van Lumbricus rubellus met calciumformiaat en
sublimaats (totaal 700 regenwormen)

Calciumformiaat		Sublimaats	
kg/are	% dood na 64 uur	kg/are	% dood na 64 uur
0	0	0	0
5	2	0,1	2
10	20	0,2	2
20	70	0,4	0
40	100	0,8	6
80	100	1,6	12
		3,2	34
		6,4	86

Alhoewel het calciumformiaat een toepassing zou kunnen vinden is het toch niet gewenst dosissen van 20-40 kg/are in de azaleateelt te gebruiken omdat op deze wijze teveel Calcium in de grond wordt gebracht. Sublimaats heeft bij een normale dosis na 64 uur weinig invloed op de regenwormfauna; hogere dosissen kunnen evenmin worden gebruikt. Beide produkten zouden daarbij te duur uitvallen.

I.6.4.4. Invloed van de lengte op de weerstand tegenover bestrijdingsmiddelen

Bieden grotere regenwormen meer weerstand tegen bestrijdingsmiddelen dan kleinere? Gezien dit feit o.a. bij rupsen vastgesteld werd, wensten we dit ook hier te onderzoeken.

Voor deze test werden dazomet en calciumformiaat in stijgende dosissen gebruikt.

Talrijke Lumbricus rubellus werden verzameld, in rusttoestand gemeten en ingedeeld in klassen van 4-6 cm, 7-8 cm, 9-10 cm en 11-13 cm.

De omstandigheden waren dezelfde als vorige proeven, doch nu werden per dosis en lengte 2 potten van elk 20 wormen in observatie genomen.

In tabellen 14 en 15 zijn de resultaten weergegeven.

Tabel 14

Bestrijdingsproef van Lumbricus rubellus met dazomet
(totaal 960 regenwormen)

Lengte van de worm	% dode regenwormen (na 64 uur)						Gemid- deld
	0 kg/are	0,32 kg/are	0,42 kg/are	0,64 kg/are	0,85 kg/are	1,7 kg/are	
4-6 cm	0,0	0,0	10,3	60,0	100,0	100,0	45,0
7-8 cm	7,2	0,0	12,8	35,2	100,0	100,0	42,5
9-10cm	0,0	0,0	17,5	22,0	74,4	100,0	35,7
11-13cm	0,0	10,3	28,7	40,3	87,4	100,0	44,4
Gemiddeld	1,8	2,6	17,3	39,4	90,5	100,0	

Statistische verwerking der gegevens na boogsinustransformatie

Interpretatie	Dosis	Lengte
P 0,05	d = 9,7 %	d = 5,4 %
P 0,01	d = 13,2 %	d = 7,8 %

We zien dat er 0,42 kg/are nodig is voor een significante invloed te krijgen op de populatie, terwijl het optimum ligt tussen 1-2 kg handelsprodukt per are. Deze dosissen komen goed overeen met de vorige gegevens (tabel 11). De afwijkingen liggen in het feit dat voor deze test de grootste eksemplaren relatief meer voorkomen dan in een normale populatie. In het algemeen verhoogt de weerstand van de regenwormen tot een lengte van 9 à 10 cm, waarna ze terug afneemt.

Tabel 15

Bestrijdingsproef van Lumbricus rubellus met calciumformiaat
(totaal 1120 regenwormen)

Lengte van de worm	% dode regenwormen (na 64 uur)							Gemid- deld
	0 kg/are	10 kg/are	15 kg/are	20 kg/are	25 kg/are	30 kg/are	35 kg/are	
4-6 cm	0,0	25,1	43,1	56,5	72,7	92,8	100,0	55,7
7-8 cm	0,0	7,4	10,3	19,9	34,5	76,6	74,7	31,9
9-10cm	0,0	7,4	0,0	14,4	33,0	71,2	68,0	27,7
11-13cm	0,0	19,9	7,4	14,4	37,0	75,0	79,9	33,3
Gemiddeld	0,0	14,9	15,2	26,3	44,3	78,9	80,6	

Statistische verwerking der gegevens na boogsinustransformatie.

Interpretatie	Dosis	Lengte
P = 0,05	d = 12,1 %	d = 14,6 %
P 0,01	d = 16,4 %	d = 20,0 %

Tien kg calciumformiaat per are heeft een wezenlijke invloed terwijl de L.D. 90 nog niet bereikt is bij 35 kg/are.

Voor de lengte zien we hetzelfde verloop als bij de proef met dazomet doch met groter verschil tussen de klassen. De reden voor deze klasseverschillen ligt waarschijnlijk in biologische processen, want was de lengte of een ermede gekorreleerde faktor als de massa, of uitwendig oppervlak de oorzaak, dan zou het % dode voor de grootste klas het kleinste moeten zijn.

De biologische processen zouden bv. in verband kunnen staan met ouderdomsverschijnselen.

I.6.5. Resultaten in zandgrond en mengsubstraten

De volgende potproeven moesten de invloed van het substraat op de regenwormdodende werking van insekticiden aantonen. Hiervoor werd ter vergelijking naaldbladgrond en zandgrond gebruikt, met als bestrijdingsmiddel Dicarbam (50% carbaryl) aan 800 g actief produkt per are.

Bij de toediening van het insekticide werden daarbij nog 2 modaliteiten toegepast :

- 1) het poeder werd met de grond in de gekozen verhouding gemengd;
- 2) dezelfde hoeveelheid insekticide werd boven op de grond gestrooid en bleef sterk gekoncentreerd in de oppervlakkige laag hangen.

Voor de resultaten zie tabel 16.

Tabel 16

Bestrijding van Lumbricus rubellus in zand- en naaldbladgrond volgens 2 toepassingsmodaliteiten met carbaryl aan 800 g per are
(totaal 600 regenwormen)

Gebruiksmodaliteit	Substraat	% dood na	
		1 week	2 weken
Getuige	zandgrond	2	2
	naaldbladgrond	0	0
Produkt gemengd met de grond	zandgrond	94	96
	naaldbladgrond	46	36
Produkt op het grondoppervlak gestrooid	zandgrond	30	40
	naaldbladgrond	42	60

Wij stellen een hoger sterfteprocent van de wormen vast in zandgrond dan in naaldbladgrond na behandeling met carbaryl bij de modaliteit "produkt gemengd met de grond". Bij de andere gebruiksmodaliteit "produkt op het grondoppervlak gestrooid" was dit niet zo, omdat de oppervlakkige aardelaag door de regenwormen praktisch niet aangeroerd werd en het contact insekticide-regenworm niet tot stand kwam.

In een tweede proef in potten werden verschillende mengsels van naaldbladgrond en zand gebruikt, evenals 3 insekticiden nl. Aldrin 25 Gorsac (25% aldrin), Dicarbam (50% carbaryl) en E 605 WP (20% parathion). De dosis voor de 3 insekticiden kwam overeen met 800 g actief produkt per are. De proef werd midden april in een koele ruimte aangelegd. De temperatuur gedurende de proef bedroeg 8-12°C. De tellingen werden uitgevoerd na 7 en 11 dagen.

De populatie bestond uit Lumbricus rubellus en L. terrestris.

Voor de samenstelling van de grond en de resultaten zie tabel 17.

Tabel 17

Bestrijding van regenwormen met de insekticiden aldrin, parathion en carbaryl aan 800 g actief produkt per are in mengsels van naaldbladgrond en zavel (*) (totaal 2000 regenwormen)

Substraat	% regenwormen dood na							
	7 dagen				11 dagen			
	getui- ge	al- drin	para- thion	carba- ryl	getui- ge	al- drin	para- thion	carba- ryl
100% naaldbladgrond	0	12	24	46	4	14	24	58
75% naaldbladgrond + 25% zavel	0	24	56	50	0	34	52	78
50% naaldbladgrond + 50% zavel	0	42	58	52	0	46	70	82
25% naaldbladgrond + 75% zavel	0	32	54	44	0	36	58	72
100% zavel	0	34	60	62	2	52	68	80

(*) zand uit het C-horizont (kleiig zand)

De gegevens van tabel 17 vertonen 2 kenmerken :

- 1) de mortaliteit verschilt veel minder tussen de verschillende substraten voor carbaryl;

- 2) Voor aldrin en parathion neemt de vermicide-werking sterk toe van zodra een zand-fractie aanwezig is.

I/6.6. Resultaten in vitro

In petri-schalen werd een reeks pesticiden getest met het doel de meest toxische middelen voor deze organismen te vinden. Door dergelijke werkwijze bekomen we gegevens waaruit we echter nooit kunnen besluiten, welke dosis in de praktijk nodig zal zijn om een degelijke bestrijding uit te voeren, daar de weerstand van de worm in vitro nooit gelijk kan zijn aan deze in normale omstandigheden; dit werd ten andere door de getuigen bewezen. Daarbij komt nog dat sommige insekticiden in de bodem chemische wijzigingen ondergaan die kunnen verschillen van deze in een waterige oplossing. We hoopten alzo meer gegevens te verzamelen over dit eventuele tolerantie-probleem t.o.v. enkele door ons gebruikte insekticiden.

De proeven werden als volgt uitgevoerd. In petri-schalen van 10 cm diameter werd een filtreerpapier gelegd, dat grondig bevochtigd werd met 2 ml van een bepaalde oplossing aan actief produkt. Hierop werden 5 regenwormen gebracht. Volgende concentraties werden in 4 herhalingen getest : 10% en 1% , 0,5% en 0,1% , 0,05% en 0,01%. De proef werd bij 18-20°C gehouden. De relatieve vochtigheid in de petri-schalen bedroeg 100% gedurende een 8-tal dagen. Dagelijks werden de dode regenwormen verwijderd.

Voor de resultaten zie tabel 18.

Tabel 18

Bestrijding van regenwormen in vitro
De gemiddelde levensduur in dagen na een behandeling met pesticiden
aan verschillende concentraties (totaal 2.040 regenwormen)

	%o aktief produkt					
	10 %o	1 %o	0,5 %o	0,1 %o	0,05 %o	0,01 %o
<u>Spruitpoeders</u>						
Shell Aldrin 25% W.P. (25% aldrin)	2,3	2,1	3,2	6,8	5,5	9,8
Heptachloor 25 Gorsac (25% heptachloor)	0,8	1,6	4,9	4,5	7,4	7,7
E 605 WP (20% ethyl- parathion)	0,7	1,0	1,1	1,9	5,0	4,1
Gusathion methyl WP 25 (25% azinfos)	1,4	1,7	2,2	1,8	2,8	4,3
Rogor 25 WP (25% dimethoaat)	1,2	2,0	2,2	2,2	4,4	8,0
Dicarbam (50% carbaryl)	1,1	1,4	1,2	1,6	2,7	3,1
Undeen (50 % pro- poxur)	1,1	1,6	1,8	2,0	2,4	4,1
<u>Emulgeerbare vloeistoffen</u>						
Aldrasept M.O. (25% aldrin)	0,6	1,4	4,0	4,8	7,3	14,6
Heptachloor Emulsie Gorsac (25% heptachloor)	0,6	1,6	1,8	2,5	5,4	9,9
E 605 Bayer (25% ethylpara- thion)	0,6	1,3	1,4	4,3	7,1	5,6
Gusathion emulsie (27,7% azinfos)	0,6	0,9	1,9	1,7	2,2	4,4
Basudine Protex (16,2% diazinon)	0,6	0,6	1,5	5,4	3,7	12,5
Meta-iso-Systox (50% demetonmethyl)	0,6	1,6	2,4	3,4	3,3	6,3
Perfekthion S (50% dimethoaat)	0,9	2,4	2,0	2,8	3,7	6,4
Ekatine (20% thiometon)	0,6	0,6	1,0	2,8	4,6	7,6
Nemagon-emulgeerbaar (80% DBCP)	0,6	1,7	7,0	12,2	7,9	10,5
<u>Getuigen</u>	10,2	10,2	12,1	12,1	9,6	9,6
Gemiddelde zonder getuige	0,9	1,5	2,5	3,8	4,7	7,4

Uit de bekomen gegevens kunnen volgende besluiten getrokken worden:

- 1) Al de geteste insekticiden doden de regenwormen vlug in hoge concentraties (10% tot 1%). Van zodra concentraties van 0,01% worden toegepast kunnen bepaalde insekticide-behandelingen de getuigen overleven.
- 2) Tolerantieverschijnselen t.o.v. een van de gebruikte middelen kon niet vastgesteld worden, behalve voor DBCP in lagere concentraties.
- 3) De gechloreerde K.W.S. zijn minder werkzaam in waterige dispersie, dan de organische fosforverbindingen en de methylcarbamaten.
- 4) Dat de meeste van deze middelen gebruikt in de bodem tegen regenwormen, zo weinig effect hebben, moet te wijten zijn aan bepaalde eigenschappen van deze grond. We veronderstellen dat de bufferende en absorptieve eigenschappen van deze organisch rijke gronden de oorzaak zijn van de weinig effectieve invloed van insekticiden tegen regenwormen. In alle geval is het niet aan het zure naaldbladgrondmilieu te wijten, gezien parathion veel stabiel is bij pH=1-6 dan in neutraal of alkalisch milieu (MUHLMANN & SCHRADER, 1957).

I.6.7. Besluiten

De proeven in vitro hebben aangetoond dat de meeste insekticiden een sterk toxische werking uitoefenen op de regenwormen. In waterige dispersie zijn de gechloreerde koolwaterstoffen minder werkzaam dan de organische fosforverbindingen en de methylcarbamaten bij dezelfde concentratie. In kultuurgronden komen de verhoudingen gans anders te liggen. Een afdoende bestrijding van regenwormen in naaldbladgrond is moeilijk te verwezenlijken met organische fosforverbindingen in normale en voor de plant tolerante hoeveelheden. Met aldrin zijn wel bevredigende uitslagen mogelijk, gezien dit middel veel langer werkzaam is en er een wekelijkse mortaliteitstoename valt waar te nemen. Van de gebruikte insekticiden geeft carbaryl echter de beste resultaten, maar ook hier liggen de bekomen resultaten ver beneden de in de literatuur vermelde waarden.

De uitslagen waren zelden goed reproduceerbaar, o.a. te wijten aan het feit dat een homogene verdeling van kleine hoeveelheden hoog gekoncentreerd poedervormig produkt over het geheel van de pot niet gemakkelijk

te verwezenlijken is, zodat de vereiste dosis moeilijk exakt valt te bepalen. Verder kwam vast te staan dat in substraten met een aanzienlijke zandfractie de vermicide werking van de gebruikte insecticiden sterk toeneemt.

Een proefperiode van 2 weken schijnt ons noodzakelijk om de regenwormdodende werking van de gebruikte insecticiden in naaldblادgrond te testen.

De nematiciden dazomet en DD hebben bij hun normale gebruiksdosis een totaal uitroeiend effect op de regenwormfauna. Eén derde van de normale gebruiksdosis volstaat reeds voor dazomet. Ze kunnen echter slechts gebruikt worden waar de standplaats voor de planten gedurende minstens een maand vrijkomt.

DBCP heeft in tegenstelling met de gegevens van het "Nemagon soil fumigant handbook" wel een invloed op Lumbricidae. Met 800 g DBCP per are kunnen mogelijkerwijze de regenwormpopulaties in naaldblادgrond op de helft teruggebracht worden.

Calciumformiaat noch sublimaat kunnen aangeraden worden.

Tenslotte is komen vast te staan dat grotere regenwormen binnen dezelfde soort minder gevoelig zijn tegenover de geteste stoffen.

I.7. SAMENVATTING

Op de azaleabedrijven wordt een dichte en soortenrijke regenwormpopulatie vastgesteld. In de als groeisubstraat gebruikte naaldblادgrond komen Dendrobaena octaedra, Dendrobaena attemsi en Lumbricus rubellus als dominerende soorten voor. Hiervan was Dendrobaena attemsi nog niet vermeld voor de Belgische fauna. In de serreaardewegels zijn ook nog de meeste akkerlandsoorten vertegenwoordigd.

De op het azaleabedrijf in naaldblادgrond voorkomende soorten zijn typische strooiselafbrekers, die door de macroafbraak van de naalden onrechtstreeks een snelle inklinking van het groeisubstraat bewerken.

Hierdoor ontstaat op een groeiseizoen een substraathoogteverlies van ongeveer 15%. Met de macroafbraak begint het proces dat normaal leidt tot mineralisatie, humusvorming en verrijking van de autochtone bodem, hetgeen zeer belangrijk is voor het bos, doch op het sierplantenbedrijf met de

sterke bewatering slechts een uitloging van het substraat meebrengt, omdat de plantenwortels zelden tot in deze autochtone bodem doordringen ofwel dit onmogelijk kunnen omdat de kultuur in hangbakken geschiedt. Weliswaar komen er voedende bestanddelen vrij, doch deze kunnen eveneens langs de bemesting toegediend worden. Door een actieve regenwormfauna veranderen de pedologische karakteristieken van de naaldbladgrond op korte tijd. De lucht- en waterhuishouding worden aanzienlijk gewijzigd. De eerste groeifactor valt ten nadele van de plantengroei uit; de tweede aanvankelijk ten voordele, doch deze laatste weegt geenszins op tegen de eerste, ook omdat de regelmatige watertoediening met de huidige mechanisatie minder problemen stelt.

Het substraat kan aldus na één jaar niet meer beantwoorden aan de optimale groeivoorwaarden voor azalea.

De uitroeiing van de regenwormen zou normaal moeten leiden tot het behoud van een weinig afgebroken naaldbladgrond en de vorming van een geaëreerde mohl-humus waardoor de azaleateelt kan doorgaan in een zuur en luchtig milieu, dat algemeen als zeer gunstig voor deze teelt wordt aangezien. Het lagerabsorptievermogen van mohl voor kationen en de pre-podsolisatie, die met de laatste humus-vorm gewoonlijk gepaard gaat, kan eveneens als voordelig voor de azaleateelt verklaard worden, zodat van kulturetechnisch, bodemfysisch en pedologisch standpunt uit, de regenwormbestrijding in naaldbladgronden is aan te raden.

We mogen echter niet over het hoofd zien dat een evenwichtige en rijke fauna ook een gunstige invloed op de plantengroei kan uitoefenen en dat bij het bestrijden van de regenwormen het verstoren van het biologisch evenwicht tot zeer ongunstige fauna- en floraverschuivingen kan leiden. Voor de bestrijding van de regenwormen komen in de eerste plaats de insecticiden in aanmerking; alhoewel de organische fosforverbindingen wegens hun geringe werking in naaldbladgrond ten stelligste moeten worden afgeraden.

Met aldrin, dat veelal preventief tegen bodeminsekten wordt gebruikt kunnen wel bevredigende uitslagen worden verkregen; doch van de uitgeteste insecticiden geeft carbaryl de beste resultaten, nochtans zal ook met dit insecticide minimum 200 g per are nodig zijn om ongeveer 75% van de regenwormfauna uit te roeien. Van zodra echter een aanzienlijke minerale fractie in de bodem aanwezig is neemt de vermicide werking van de insecticiden sterk toe.

De nematociden dazomet en DD hebben in de naaldbladgrond bij hun gewone gebruiksdosis een totaal uitroeiend effect op de regenwormfauna en ook DBCP heeft in tegenstelling met de literatuurgegevens een zekere werking.

PARASITAIRE BODEMORGANISMEN, BODEMGOEHEIDSVERSCHIJSSELEN

EN HUN BESTRIJDING IN DE AZALEATEELT

II.1. BODEMGOEHEIDSVERSCHIJSSELEN IN DE AZALEATEELT

II.1.1. Inleiding

In serres werden op enkele bedrijven waar de naaldbladgrond meerdere jaren naeen werd gebruikt, sterke vergelings- en necroseverschijnse-
len aan Azalea indica vastgesteld (Foto 6).



Foto 6.- Sterk uitgesproken bodemgoeheidsverschijnsselen bij
Azalea indica

Dit chlorofylgebrek en eventueel de bladnecrose gingen gepaard met een slecht wortelgestel, een sterk gereduceerde groei en veelal afsterven van de planten. De chlorose en de andere ziekteverschijnsselen vonden klaarblijkelijk hun oorzaak in het wortelgestel.

Op het sterk aangetaste bedrijf werden in september '63 monsters voor aaltjesonderzoek genomen. Tylenchorynchus claytoni was in de rhizosfeer in grote getale aanwezig nl. 30 tot 730 per 100 ml naaldbladgrond (gemiddeld 260). Zieke planten op enkele andere bedrijven waren besmet met een hoge populatie van Trichodorus christiei (150 tot 400 per 100 ml

grond). Soms kwamen even aanzienlijke aantallen van Tylenchus sp. en Psilenchus sp. voor, echter zonder ziekteverschijnselen.

Verder werden ook wel eens kleine hoeveelheden van de geslachten Rotylenchus, Paratylenchus, Pratylenchus en Triplonchium vastgesteld. Het aantal saprozoïtische aaltjes varieerde tussen 4000 en 8000. Volgens de literatuur zijn Tylenchorynchus claytoni STEINER en Trichodorus christiei ALLEN pathogeen voor azalea.

In Zwitserland werd door VOGEL & BERNET (1958) schade door Tylenchorynchus claytoni vastgesteld op gespecialiseerde intensieve azalea-bedrijven. De planten vertoonden gevoelige groeiverstoringen als chloroseverschijnselen en dit vooral vanaf het begin van de zomer. De beworteling was buitengewoon slecht. Tegerlijkertijd werd in de Amerikaanse literatuur (SHER, 1958) dit aaltje beschreven als oorzaak van chlorose, wortelrot en groeiremming bij Azalea.

De overige literatuur (JENKINS, 1956; DE MAESENEER, 1962; BARKER et al., 1964, 65, 66; ESSER, 1967) laat ons toe volgende besluiten te trekken. Tylenchorynchus claytoni veroorzaakt wortelsterfte aan azalea; de meeste auteurs beweren hetzelfde voor Trichodorus christiei alhoewel DE MAESENEER (1962) het pathogeen vermogen van dit aaltje voor azalea betwijfelt.

II.1.2. Eerste proef op een ziek gewas

II.1.2.1. Proefaanleg

Op het bedrijf dat in september '63 gemiddeld 260 Tylenchorynchus claytoni per 100ml azaleasubstraat aanwees werd in mei van het volgende jaar een perceel van 15m lang en 1,2m breed in proef genomen (Foto 7).

De planten bevonden zich in een erbarmelijke staat. Het wortelgestel was sterk gereduceerd, de bladeren dofgroen en vertoonden tussen de nerven sterke chlorose, zoals planten die aan typische gebreksverschijnselen lijden.

Er werden 10 perceeltjes aangelegd, gescheiden door onbehandelde zones van 30cm, die eveneens beplant waren, maar waarop randeffekt te verwachten was. Per perceel waren er gemiddeld 21 planten. Het totaal der proef bestond uit 283 azaleas cultivar Mad. Petrick.

II.1.2.2. Gebruikte middelen en dosissen

In Zwitserland werden ^{door} VOGEL & BERNET (1958) met demeton-methyl goede resultaten bekomen bij de bestrijding van Tylenchorynchus, zodat we mochten hopen dat insecticiden, naast nematiciden, ook gunstige resultaten konden verwekken bij de bestrijding van deze aaltjes.

Bij de nematiciden vonden we enkel dibromo-chloropropaan geschikt om met sukses in de azaleateelt gebruikt te worden, wegens zijn geringere fytoxische werking dan de traditionele nematiciden.

Volgende produkten werden getest :

- 1) Nemagon-20 (19% dibromo-chloropropaan = DBCP)
- 2) Nemagon-mengolie (1545g/l DBCP)
- 3) E-605 Bayer (25% ethyl-parathion)
- 4) Meta-iso-systox (50% demeton^J-methyl)
- 5) Ekatine (20% thiometon)
- 6) Dicarbam (50% carbaryl)

Volgende dosissen werden gebruikt :

- 1) 20, 40 en 80 g Nemagon-20 per m²
- 2) 40 g Nemagon-20 per m², plus een onderdompeling van de wortelkluitten in een oplossing van 10ml Nemagon-mengolie in 5 liter water (voor 20 planten, doch gepaard gaande met veel vochtverlies).
- 3) Meta-iso-Systox : 2 begietingen van 4 l/m² met een oplossing van 0,1 % handelsprodukt.
- 4) E-605 Bayer en Ekatine : 2 begietingen van 4 l/m² met een oplossing van 0,2% handelsprodukt.
- 5) Dicarbam : 2 begietingen met 2 g handelsprodukt in 4 l water per m².

De Nemagon-korrels werden half mei ingewerkt, waarna de azaleas werden herplant. Terzelfdertijd werd de eerste insekticide-behandeling op de andere percelen uitgevoerd. De tweede insekticide-behandeling geschiedde begin augustus.

II.1.2.3. Besmettingspopulatie

Een paar dagen voor de bestrijding werd nogmaals de aaltjespopulatie voor elk perceeltje bepaald.

Het resultaat was opvallend : per 100 ml naaldbladgrondsstraat werden 0-10 Tylenchorynchus, 0-20 overige Tylenchida en 625-1445 saprofagen gevonden, zodat er reden bestond om te twijfelen aan een aaltjesaantasting.

Van mei tot oktober, respektievelijk begin en einde van de proef werd elk perceel maandelijks bemonsterd in de rhizosfeer.

De aaltjes werden afgezonderd volgens de methode beschreven door DE MAESENEER en D'HERDE (1963).

Voor de resultaten zie tabel 19.

Tabel 19

Aantal Tylenchorynchus claytoni (T) en overige Tylenchida (O)
op 100ml naaldbladgrond gedurende de proefperiode

	dosis aktief produkt per are	vóór		na de behandeling									
		mei		juni		juli		aug.		sept.		okt.	
		T	O	T	O	T	O	T	O	T	O	T	O
getuige 1	-	0	5	15	0	0	0	0	5	0	15	20	120
getuige 2	-	10	5	0	0	0	0	0	0	0	5	5	10
DBCP-(korrel)	400 g	0	15	5	5	0	5	5	55	0	60	0	50
DBCP-(korrel)	800 g	0	5	0	0	0	0	0	10	0	40	0	15
DBCP-(korrel)	1600 g	5	0	5	10	0	0	0	0	0	5	0	5
DBCP-(korrel + vloeib.)	1600 g	10	5	0	0	0	0	0	0	0	20	0	45
parathion	400 g	0	20	10	5	0	15	0	25	0	5	85	20
demeton-methyl	400 g	0	10	0	10	0	0	0	0	0	15	0	40
thiometon	320 g	0	10	0	5	0	5	0	0	5	5	10	25
carbaryl	200 g	10	0	0	0	0	0	0	20	0	0	5	0



Foto 7. - Zicht op het proefperceel

De cijfers uit tabel 19 wijzen op een geringe besmettingspopulatie zowel bij de aanvang van de proef als daarna.

II.1.2.4. Resultaat op het gewas

Vanaf begin augustus vertoonden de met DBCP behandelde percelen een duidelijke groeistimulans, gepaard gaande met het verdwijnen van de chloroseverschijnselen (Foto 8, 9, 10).



Foto 8. - Afstervende planten in niet door DBCP-behandelde percelen



Foto 9. - Herstellende planten in de door DBCP-behandelde percelen

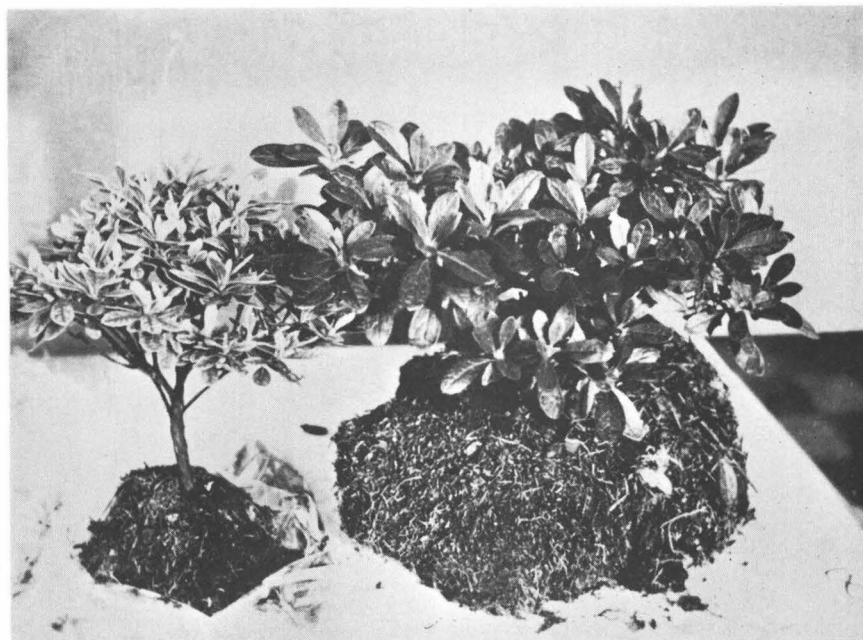


Foto 10. - Met DBCP-behandelde plant t.o.v. de getuige.

Zoals uit de gegevens van tabel 20 blijkt, werd een duidelijk positief resultaat bekomen op de 4 percelen, die een DBCP-behandeling ondergingen en dit niettegenstaande het praktisch ontbreken van schadelijke aaltjes.

Tabel 20.

Procentuele verdeling van de planten in kwaliteitsklassen

	goed	minder	slecht	afgestorven
Getuigen	-	43	47	10
DBCP-(korrel) 400 g/are	100	-	-	-
DBCP-(korrel) 800 g/are	89	11	-	-
DBCP-(korrel) 1600 g/are	46	35	-	19
DBCP-($\frac{1}{2}$ korrel + $\frac{1}{2}$ vloeib.)	90	10	-	-
parathion	-	45	45	10
demeton-methyl	-	30	65	5
thiometon	-	56	29	15
carbaryl	-	45	55	0
Percelen met randwerking	7	54	26	13

II.1.3. Tweede proef op een ziek gewas

II.1.3.1. Proefaanleg

Op een tweede azaleabedrijf, waar eveneens sterke groeiverstoringen (foto 11) werden waargenomen, gepaard met de aanwezigheid van gemiddeld 148 Trichodorus christiei per 100 ml in de wortelzone, werden midden mei twee blokken van zes proefpercelen met cultivar "Perle de Noisy" beplant. De totale lengte van de proef bedroeg 21,6 m; de breedte 1,3 m.



Foto 11.- Bodemmoetheidsverschijnselen bij Azalea indica

Door ROOS (Centrum Studie Sierplantenteelt, Gent) werd eveneens Phomopsis uit de takken geïsoleerd; deze schimmel staat echter slechts als een zwakteparasiet bekend.

II.1.3.2. Gebruikte middelen en dosissen

Vóór het planten werden volgende handelsprodukten in het groei-substraat gemengd :

Nemagon-20 (19% DBCP) 30 g/m²

Temik 10 G (10% aldicarb) 5 g/m²

Lannate 5 G (5% methomyl) 10 g/m²

Nemafos 10 G (10% thionazin) 5 g/m²

Benlate 50 W (50% benomyl) 20 g/m²

Al deze middelen zijn nematiciden met uitzondering van het fungicide Benlate.

II.1.3.3. Besmettingspopulatie

Na 3, 8 en 13 weken werden in de rhizosfeer nematodenbemonsteringen uitgevoerd.

De grondmonsters voor aaltjesonderzoek werden onmiddellijk na bemonstering met warm fixatief overgoten en nadien werden de nematoden met de suiker- centrifuge-drijfmetode (DE GRISSE, 1969) verzameld. In de drie bemonsteringen, zowel in de getuige als in de behandelde percelen werden hoogstens 10 Trichodorus spp. en 20 Pratylenchus spp. per 100 ml substraat vastgesteld. De aaltjesgeslachten Psilenchus en Tylenchus werden als saprofagen meegeteld. Tabel 21 geeft de verwerkte resultaten voor de saprofage aaltjes.

Tabel 21

Gemiddeld aantal saprofage aaltjes in de verschillende behandelingen per 100 ml groeisubstraat

Behandelingen	Dosissen	\bar{x}	$1/n \leq \log x/10$
getuige	-	5708	1,70
benomyl	1000 g/are	8583	1,87
DBCP	600 g/are	2883	1,19
aldicarb	50 g/are	2750	1,36
thionazin	50 g/are	4125	1,38
methomyl	50 g/are	5700	1,64
k.v.v. : 0,38 (0,05); 0,51 (0,01)			

Tabel 22 toont de populatieschommelingen van de saprofage aaltjes gedurende de proef.

Tabel 22

Invloed van het tijdstip op het gemiddeld aantal saprofage aaltjes in de rhizosfeer per 100 ml substraat zonder rekening te houden met de behandelingen

	\bar{x}	$1/n \leq \log x/10$
begin juni	7400	1,83
midden juli	2767	1,31
eind augustus	4708	1,44
k.w.v. : 0,27 (0,05); 0,36 (0,01)		

We zien dat de verschillende tijdsgebonden bemonsteringen grote aaltjesaantalverschillen vertonen o.a. te wijten aan de werkingsduur van de nematiciden, waarmede eveneens rekening dient te worden gehouden bij de beoordeling van de nematicide werking van de produkten uit tabel 21.

Alhoewel we hier geen besluiten kunnen trekken over de toxiciteit van deze middelen t.o.v. de parasitaire aaltjes, daar hun aantallen veel te gering waren om te verwerken, laat tabel 21 toch toe een idee te hebben over de toxiciteit van de verschillende nematociden. Vooral DBCP en daarna aldicarb en thionazin blijken de beste nematocidewerking te hebben.

II.1.3.4. Resultaten op het gewas

Begin september werden de planten naar hun kwaliteit beoordeeld. Hiervoor kwamen slechts planten uit het midden van de percelen in aanmerking om randeffekt tegen te gaan. Voor de resultaten zie tabel 23.

Tabel 23

Procentuele verdeling van de planten in kwaliteitsklassen naargelang de behandeling (minimum 54 planten per behandeling uit het midden van de percelen)

Behandeling	dosis	goed	matig	slecht	dood	Waarde in % t.o.v. de getuige
getuige	-	0	45	44	11	100
benomyl	1000 g/are	20	42	33	5	165
DBCP	600 g/are	34	46	14	6	217
aldicarb	50 g/are	24	43	28	5	180
thionazin	50 g/are	19	41	30	10	158
methomyl	50 g/are	22	26	42	10	146

We konstateren dat elke behandeling een gunstig effect heeft gehad op de kwaliteit van de planten. DBCP was van de gebruikte middelen het beste.

Het is opvallend dat de 2 sterkst werkende nematociden (hier t.o.v. saprofage aaltjes) de beste resultaten hebben gegeven. Nochtans kunnen we volgens de bekomen tellingen van geen nematodenprobleem spreken. We moeten er echter wel op wijzen dat Tylenchus en Psilenchus bij de saprofage aaltjes zijn gerekend.

II.1.4. Teelttechnisch besluit

De verschijnselen van slechte groei, gepaard gaande met ongezonde stand van het azaleagewas, sterk gereduceerd wortelgestel, chlorose en soms necrose, en vermoedelijk ontstaan als gevolg van een aaltjes-aantasting kan uitstekend bestreden worden door een behandeling van 0,4 tot 0,8 kg DBCP per are. Hogere dosissen kunnen fytotoxisch werken. Ook de andere nematiciden evenals benomyl hadden een opvallend gunstige invloed op de zieke planten; hetgeen niet het geval was met de insekticiden.

II.1.5. Bespreking

Vóór de aanleg van de beide proeven werd een duidelijke besmetting met voor azalea patogene aaltjes vastgesteld. Deze besmetting kon voor beide niet meer aangetoond worden tijdens de eigenlijke proefperiodes.

De parasitaire aaltjes Tylenchorynchus claytoni en Trichodorus christiei waren blijkbaar afgestorven, ook in de getuigepercelen. Het herstel van de planten kan dus niet aan het uitroeien van de nematoden door DBCP of door de andere nematiciden te wijten zijn.

Bodemmoehheidsverschijnselen werden vroeger toegeschreven aan een uitputting van de bodem, aan microbiële florawijzigingen, aan parasitaire aaltjes of aan wortelsekreties, die uiteindelijk giftig blijken te zijn voor de gekultiveerde plant.

Deze definitie gaat tegenwoordig niet meer op. RHEINMUTH (1963) en BOCHOW (1965) aanvaarden slechts de benaming van een bodemmoehheidsverschijnsel als volgende 3 punten tegelijkertijd voldaan zijn :

- 1) wanneer de kultuurbodem na herhaald aanplanten met hetzelfde gewas (monokultuur) niet meer in staat is een behoorlijke opbrengst te leveren;
- 2) wanneer geen duidelijk aanwijsbare parasiet of ziekte kan vastgesteld worden, die verantwoordelijk kan gesteld worden voor de schade;
- 3) wanneer teelttechnische maatregelen zoals bodembewerkingen, bemesting (eventueel met sporenelementen) het herstel van de planten niet meer bevordert.

Bij een bodemmoeheidsverschijnsel moet de ziekteoorzaak hypotetisch blijven. Het besproken geval kan nog wel degelijk als een typisch bodemmoeheidsverschijnsel gezien worden, omdat het toch niet bewezen is dat de aaltjes de primaire parasieten zouden zijn van deze ziekteverschijnselen, en zeker niet dat ze de oorzaak zouden zijn van het afsterven van de planten.

De toxine-theorie, betreffende de afscheiding van exudaten door de wortel, die uiteindelijk giftig zouden zijn voor het gewas zelf, kan voor azalea niet aanvaard worden, alleen al door het feit dat zoveel gezonde overjarige winterharde azaleas privé-tuinen sieren.

Wanneer een bodemmoeheidsverschijnsel bestreden kan worden door een pesticide konkluderen we gemakkelijk dat een patogeen organisme verantwoordelijk is voor het bodemmoeheidsverschijnsel. Nochtans moeten we opmerken dat heel wat tijd verloopt tussen toepassing en herstel, zodat gewijzigde milieuomstandigheden kunnen ontstaan als gevolg van populatieverschuivingen, die het probleem komplexer maken.

Bodemmoeheidsverschijnselen bij Azalea hebben toch ergens een oorzaak. Onder de mogelijke hypothesen vermelden we deze van fytopatologische en bodemsanitaire aard.

Van fytopatologische aard beschouwen we :

- a) de wortelparasitaire aaltjes zijn de primaire en belangrijkste parasieten, zonder dewelke het probleem niet ontstaat. De aaltjes verdwijnen echter bij een afstervend azaleagewas, eventueel nadat secundaire parasieten (zoals bepaalde schimmels) langs de door aaltjes gemaakte wonden zijn binnengedrongen en uiteindelijk deze verzwakte planten doen afsterven. Een ziek azaleagewas is praktisch altijd door schimmels aangetast (ROOS, 1964-69);
- b) de wortelparasitaire aaltjes zijn niet de werkelijke parasieten, maar we aanvaarden de mogelijkheid dat het aaltje een noodzakelijke vektor is voor een onbekende parasiet of een onbekende schadelijke faktor.

Nematoden, die grote letsels in de plantenwortels veroorzaken, laten andere organismen gemakkelijk toe deze beschadigde planten binnen te dringen. De sekundaire parasieten kunnen achteraf een dominante rol gaan spelen in het oorspronkelijke wortelrot zoals PERRY (1958) en MOUNTAIN & PATRICK (1959) hebben aangetoond.

Volgens de literatuur blijkt dat nematodenproblemen niet zo zelden met schimmel- of bacterieziekten geassocieerd zijn (STEINER, 1953; LUCAS et al., 1955; STEWART & SCHINDLER, 1956; DARPOUX, 1960; SADASIVAN & SUBRAMANIAN, 1960; WALLACE, 1963; PITCHER, 1963; POWELL, 1963). LABRUYERE et al. (1959) toonden aan dat aaltjes en schimmels soms moeten samengaan om ernstige schadebeelden te doen ontstaan. HEWITT et al. (1958) konden als eerste bewijzen dat aaltjes de vectoren kunnen zijn van virussen; sindsdien heeft verder onderzoek aangetoond dat Xiphinema, Longidorus en Trichodorus-aaltjes virus-overdragers zijn (RASKI & HEWITT, 1963). WALKINSHAW et al. (1961) stelden het ondermeer vast voor Trichodorus christiei.

- c) niet de aaltjes zijn de belangrijkste pathogene organismen, doch de schimmels waaronder we vermelden voor de wortels en de stam Cylindrocarpum radiculicola Wr, Fusarium spp. Pestalotia versicolor Speg., Phytophthora spp., Pythium spp., Rhizoctonia spp. en Cylindrocladium sp. (ROOS, 1964-69; PAPE, 1964).

Deze versie is niet in strijd met het herstel van de planten na gebruik van een nematicide. DBCP blijkt namelijk afdoende fungicide eigenschappen te bezitten o.a. tegen Pythium en Rhizoctonia (KLEMMER, 1957; BRODIE, 1961; KREUTZER, 1963; ASHWORTH et al., 1964; MILLER & AHRENS, 1964).

Ook de andere nematiciden kunnen selectieve fungicide eigenschappen bezitten, waardoor ze een min of meer gunstige invloed zouden kunnen hebben op de plant.

Deze 3 fytopathologische hypotesen verschillen voor de praktijk zeer weinig; gesynthetiseerd komen ze hierop neer dat parasitaire aaltjes en schimmels samen gemakkelijk een bodemmoeheidsverschijnsel kunnen voortbrengen en slechts gunstig bestreden worden naargelang het bestrijdingsmiddel polyvalenter is, voor die problemen waar meerdere parasieten tegelijkertijd schade berokkenen.

Het uitschakelen van bodemmoeheidsverschijnselen door een pesticide kan ook bodemsanitair verklaard worden.

Het is genoeg bekend dat bodemontsmetting, ook daar waar het niet noodzakelijk was, in vele gevallen een rendementsverhoging van de teelt kan meebrengen.

Reeds in het begin van onze eeuw (STÖRMER, 1907) was deze mogelijke opbrengstverhoging bekend. Bodemscheikundigen, microbiologen, fytopatologen en tuinbouwdeskundigen hebben zich met het probleem van deze gestimuleerde bodemvruchtbaarheid bezig gehouden.

Meerdere hypothesen, zijn sindsdien geuit en verworpen geweest (WILHELM, 1966).

We stellen vast dat de bodemmoetheidsoorzaak veelal in de microflora wordt gezocht. HILTNER (1904) toonde aan dat de rhizosfeer tien maal meer bacteriën bevatte dan de omringende grond. HILTNER speculeerde op het belang van deze rhizosfeer en nam aan dat deze wortelomringende bacteriënflora de plantenwortels beschermt tegen invasie van wortelparasieten. Hij noemde deze beschermende flora de "Schutzorganismen". RUSSELL & HUTCHINSON (1913) veronderstelden dat partiële sterilisatie een faktor afremt, die bacteriële groei in de bodems beperkt; deze faktor werd beschouwd als schadelijk voor de teelt o.a. omdat men aannam dat bodemvruchtbaarheid afhing van de omvang van de totale bacteriënflora.

Verder onderzoek toonde aan dat amoeben en andere protozoën limiterende factoren waren van lage bodembacteriënpopulaties en dat bodemvergassingsmiddelen deze bodemprotozoën uitroeiden met als gevolg een normale bacteriënpopulatie.

Ondertussen is ook duidelijk komen te staan dat de bacteriofagen, de myxomyceten en de saprofage nematoden bacteriënpredatoren zijn en dat hetzelfde besluit voor deze organismen kan getrokken worden.

Bij een bodemontsmetting stelt men vast dat na de initiale doding van het bacteriënaantal een snelle vermeerdering ontstaat, die veelal sterk het aantal in onbehandelde bodems overschrijdt.

Daarbij is er een tijdelijke verstoring in de nitrifikatie en een vermeerdering van ammoniakale stikstof in de bodem, in het bijzonder wanneer de bodemontsmetting gebruikt werd tegen schimmels (WARCUP, 1957; LE BORGNE, 1966). Opbrengstverhoging heeft men dan ook wel eens willen verklaren door het vrijkomen van meer ammoniakale stikstof.

Naast de bacteriën worden ook de schimmels kort na de ontsmetting sterk gedrukt, maar de populatieaangroei herneemt van zodra de milieuomstandigheden gunstiger worden. De actinomyceten blijken minder aan deze schommelingen onderhevig te zijn, alhoewel dat ze snel vermenigvuldigen als cellulose of een ander energierijk materiaal wordt toegediend (RUSSELL, 1950).

WINTER & WILLEKE (1951) hebben aangetoond dat penicilline en streptomycine door plantenwortels kunnen worden opgenomen. Eenvoudig denken laat vermoeden dat dergelijke planten ofwel meer weerstand moeten hebben tegen bepaalde aanvallen van bacteriën ofwel de infectiehaarden meester worden. Ook vitaminen (SHAVLOVSKII, 1954 ; ROULET, 1954), plantenhormonen (ROBERTS & ROBERTS, 1939 ; STEWART et al., 1942) en aminozuren (SIMONART et al., 1954ab) blijken uit de bodem door de plantenwortels te kunnen worden opgenomen.

Sommige van de vermelde auteurs vinden het vanzelfsprekend dat de verschillende biochemicalïen in de bodem ontstaan als gevolg van activiteiten van de microorganismen, die deze stoffen ofwel synthetiseren ofwel vrijmaken bij de ontbinding van komplekser organisch materiaal.

PARK (1963) vindt het nodig te onderlijnen dat een massa interacties van mogelijk belang kunnen plaatsgrijpen bij een plantenziekte zonder dat de waardplant er iets mee te maken heeft.

Sinds KUC et al. (1957) aantoonde dat injectie van aminozuren in bladeren resistentie kan geven tegen schimmelziekten is de chemotherapeutische studie van aminozuren en analoge verbindingen tegen schimmelziekten belangrijk geworden. VAN ANDEL (1966) vermeldt dat aminozuren, welke gewoonlijk niets met het normaal stikstofmetabolisme van de planten te maken hebben uitermate kunnen actief zijn, zodat de bodemzoöloog het hypotetisch belang van dierlijke eiwitten afkomstig van de afstervende bodemfauna als stimulans of herstel voor de plantengroei niet mag voorbijzien.

VAN ANDEL (1966) aanvaardt volgende mogelijke werkingen van aminozuren op de schimmelziekten :

- 1) een direkt effect op de parasitaire schimmels zijnde ofwel een fungicidewerking ofwel een vermindering van de patogeniteit van de schimmel ;

- 2) een indirekt effect door een opvoering van het metabolisme van de waardplant of door de produktie in de planten van een ander fungicide, of door een gewijzigd stikstofmetabolisme, dat ten nadele van de schimmel uitvalt of tenslotte door een versterkte resistentie van de plant (OORT en VAN ANDEL, 1960).

De kennis van deze feiten laat ons toe het aandeel van volgende hypotese bij een herstel van bodemzieke planten niet te verwaarlozen. Door het toepassen van een pesticide in de bodem wordt het biologisch evenwicht verbroken. De scheikundige afbraak van de gedode bodemflora en-fauna en de daaropvolgende intensieve opbouw van nieuwe actieve populaties kunnen een grotere concentratie aan fysiologisch belangrijke stofwisselingsprodukten in de bodem brengen zoals aminozuren, hormonen, groeistoffen en antibiotica, die wegens hun eventuele specifieke eigenschappen op de parasiet zeer ongunstig en (of) op het metabolisme van de plant zeer gunstig kunnen inwerken met als gevolg herstel van de gezondheidstoestand van de bodemzieke planten.

II.2. RHIZOSFEER EN BODEMORGANISMEN

II.2.1. Inleiding

Met de rhizosfeer wordt de onmiddellijke omgeving van de plantenwortels bedoeld of deze zone, die de invloed van deze plantenwortels ondergaat.

Voor azalea willen we deze aflijnen tot de typische wortelkluit. De omringende lossere grond noemen we dan peri-rhizosfeer. In de azaleakultuur met nieuwe naaldbladgrond of in degene die nog onvoldoende gehumicifeerd en gemineraliseerd is, kan men bezwaarlijk deze termen gebruiken, omdat de aflijning onvoldoende te trekken is. We zien deze 2 benamingen als ruimte-indelingen en er is dan ook geen tegenstrijd met de term peri-rhizocenosis van ANDRASSY (PARAMONOV, 1968). We merken op dat de benaming rhizosfeer reeds door HILTNER (1904) werd gebruikt.

De vraag stelt zich echter of de azalearhizosfeer wel voldoende organismen bevat om een belangrijke invloed door allerlei interacties te kunnen hebben op de plantengroei.

Het is voldoende geweten dat bosgrond rijk is aan bacteriën, schimmels, saprofage nematoden en microarthropoden zoals mijten en collem-bolen in vergelijking met andere gronden, maar of deze fauna en flora hun populaties behouden bij de milieuomstandigheden van het azalea-bedrijf, hierover is door het ontbreken van gegevens niets bekend.

Betreffende schadelijke organismen komen gemakkelijk gegevens vrij van zodra de fytopathologie zich in het probleem verdiept, maar bodem-zoölogen bepalen zelden de fauna van teelten. Hun onderzoeksterrein ligt in grote natuurlijke gebieden, zoals bossen, steppen, savannen, toendra's en typische biotopen zoals heide, duinen en dgl.

De verslagen van ROOS (1964-69) en het naslagwerk van PAPE (1964) wijzen in alle geval op een grote verscheidenheid aan mogelijke parasitaire schimmels voor de azaleateelt. Over het voorkomen van aaltjes en regenwormen werd hier reeds ingegaan, maar de gegevens betreffen eerder abnormale omstandigheden.

Daarom werd dit azaleabiotoop op de bodemfauna onderzocht.

II.2.2. Vergelijkend onderzoek tussen de bodemfauna in de azalearhizo- en peri-rhizosfeer en de invloed van DBCP op deze fauna

II.2.2.1. Materiaal en methoden

Bij het onderzoek naar de bodemfauna werd een gezond bedrijf uitgekozen en de teelt in oudere naaldbladgrond gevolgd om ongeveer analoge omstandigheden te krijgen als op de bodemmoede bedrijven.

Anderzijds werd eveneens nagegaan welke invloed het bodemontsmettingsmiddel DBCP heeft op deze fauna.

Een vergelijkende proef tussen perceeltjes behandeld met het nematocide Nemagon-korrel (19% DBCP) aan een dosis van 3 kg per are en getuigepercelen werd in 4-jarige dennennaaldbladgrond aangelegd in een serre.

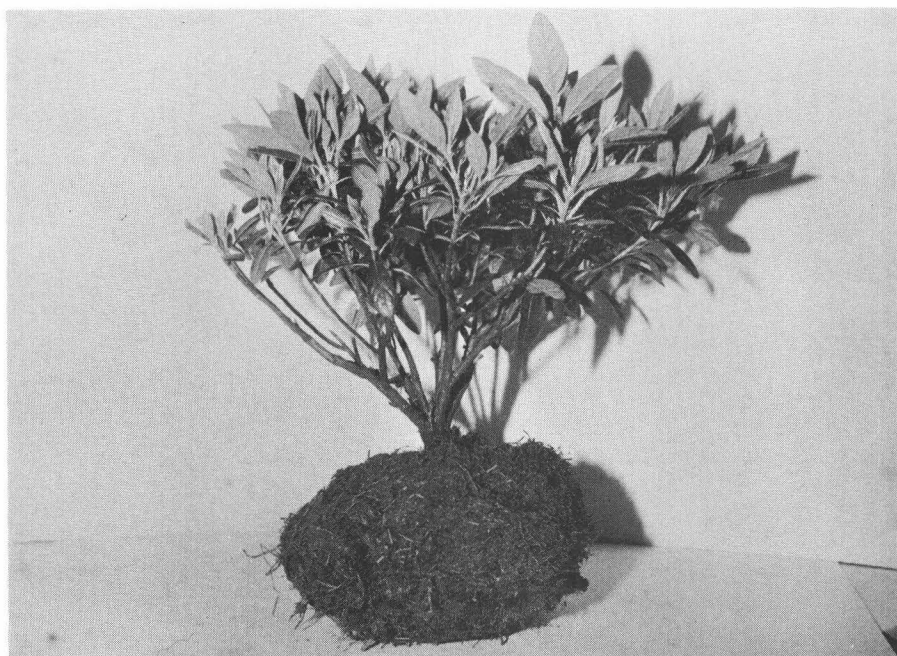


Foto 12 Typische azalea-rhizosfeer

De proef bestond uit 12 perceeltjes van elk $1,25 \text{ m}^2$ groot. De percelen werden einde mei beplant met 2-jarige azaleas cultivar "Prinses Beatrix".

De kroondiameter van de planten bij aanleg van de proef bedroeg : $\bar{x} = 31,9$ ($s = 0,9$, $s_{\bar{x}} = 0,1$ voor een steekproef met $n = 40$).

Hierbij werd gebruik gemaakt van een reeks ringen, waarvan de diameters 1 cm verschilden.

Iedere azalea ontving als bemesting ongeveer 70 g moutkiemen in tweemaal toegediend.

Begin september werden met boorringen bemonsteringen uitgevoerd in de typische azalea-rhizosfeer (zie foto 12) en ernaast, op een diepte van ongeveer 4-10 cm. De ringen hadden een hoogte van 4 cm : de inhoud bedroeg 186 ml. Voor elke bepaling werd slechts 100 ml uit de ringen gebruikt (= 38-41 g).

Het doel bestond erin volgende fauna te bepalen : "de Lumbricidae, de Enchytraeidae, de Nematoda, de Collembola en de Acari.

Hiervoor werden 3 verzamelmethodes gebruikt, zodat in het totaal 72 monsters werden genomen.

Voor de gedetailleerde beschrijving van de verzamelmethodes verwijzen we naar het volgende hoofdstuk (cfr. III.2.).

II.2.2.2. Resultaten

Op het einde van de proef waren al de planten van uitstekende kwaliteit. Kroondiameterverschillen treden evenwel niet op (getuigplanten 42,1 cm; met Nemagon-behandelde 42,3 cm; $n = 96$; $s_{\bar{x}} = 0,1$; $VC = 2,2\%$).

Tabel 24 geeft de verzamelde fauna weer.

Tabel 24

Gemiddeld aantal organismen in 100 ml oude naaldbladgrond na behandeling met 3 kg Nemagon-korrel (19% DBCP) per are .

Organismen	rhizosfeer		peri-rhizosfeer	
	onbehandeld	behandeld	onbehandeld	behandeld
Lumbricidae	2,2	2,2	1,3	1,8
Enchytraeidae	50	40	23	28
Saprofage nematoden	7275	3425	3400	1510
<u>Tylenchus</u> + <u>Psilenchus</u> sp.	42	8	8	33
Collembola	13,7	88,2	1,3	2,3
Gamasides	66,2	4,5	6,3	1,5
Oribatei	29,0	4,3	3,3	1,8
Prostigmata	3,2	0,0	0,0	0,0
Juveniele mijten*	8,0	0,2	0,0	0,0

* De jeugdige stadia, die nog niet onder binoculair in de boven vermelde groepen kunnen ondergebracht worden (vnl. larven).

Daarnaast werden nog op 24 monsters enkele Uropodina (2), Tarsonemini (3), Acarididae (2), Coleoptera (4), Thysanoptera (1) en Araneae (1) geteld.

De regenwormen waren door kleine roodgepigmenteerde zuurtolerante of ubiquiste soorten vertegenwoordigd. Dominant waren : Dendrobaena octaedra, D. attemsi en Lumbricus rubellus met daarnaast D. rubida, L. castaneus en Eisenia eiseni.

DOEKSEN (1964) bewees dat in Rhododendron-bladeren een voor regenwormen schadelijke stof aanwezig is. Dit blijkt niet het geval te zijn met Azalea, gezien een meerjarig substraat zoals dit hier veel azaleabladresten bevat, en een vrij hoge populatie wordt vastgesteld (+ 18 per liter).

De dominerende enchytraeidensoort was Cognettia sphagnetorum.

Onder de Gamasides waren de Macrochelidae en bij de Oribatei de Camisiidae en Phtiracaridae het best vertegenwoordigd.

De gegevens van tabel 24 werden getransformeerd tot een besluitvoller vorm, waarbij rhizosfeer met peri-rhizosfeer en onbehandelde percelen met behandelde worden vergeleken zonder onderscheid te maken tussen de andere componenten.

Zie tabel 25.

Tabel 25

Gemiddeld aantal organismen in 100 ml oude naaldbladgrond na behandeling met 3 kg Nemagon-korrel (19% DBCP) per are.

Organismen	rhizosfeer	peri-rhizosfeer	onbehandeld	behandeld
Lumbricidae	2,1	1,6	1,7	2,0
Enchytraeidae	44	25	37	34
Saprofage nematoden	5350	2455	5340	2470
<u>Tylenchus</u> + <u>Psilenchus</u> sp.	25	21	25	21
Collembola	51,0	1,8	7,5	45,3
Gamasides	35,3	3,9	36,3	3,0
Oribatei	16,6	2,6	16,2	3,1

Na transformatie naar $\sqrt{x+1}$ voor de Lumbricidae (Poisson-verdeling), $\log x$ voor de Enchytraeidae en de saprofage aaltjes en $\log(x+1)$ voor de Gamasides, Oribatei en Collembola (allen negatief binominaal verdeeld) en het hierop uitvoeren van t' -toetsen (DE JONGE, 1960), kunnen we tabel 26 en 27 opstellen.

Tabel 26

Vergelijking tussen de populaties in oude naaldbladgrond (100 ml) van behandelde (3 kg Nemagon-korrel per are) en onbehandelde percelen ($n = 12$)

Organismen	Transforma- tiewijze	onbehandeld		behandeld		t'	f	p 0,05	p 0,01
		\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$				
Lumbricidae	$\sqrt{x+1}$	1,611	0,081	1,674	0,134	<1	-	-	-
Enchytraeidae	$\log x$	1,526	0,056	1,513	0,032	<1	-	-	-
Saprofage nematoden	$\log x$	3,677	0,100	3,334	0,069	2,79	19	2,09	2,86
Gamasides	$\log(x+1)$	1,322	0,154	0,509	0,081	4,70	16	-	2,92
Oribatei	$\log(x+1)$	1,008	0,152	0,554	0,086	2,70	15	2,13	2,95
Collembola	$\log(x+1)$	0,690	0,149	1,157	0,232	1,69	18	2,10	-

Tabel 27

Vergelijking tussen de populaties in oude naaldbladgrond (100 ml) van de typische azalea-rhizosfeer en peri-rhizosfeer ($n = 12$)

Organismen	Transforma- tiewijze	rhizosfeer		peri-rhizosfeer		t'	f	p 0,05	p 0,01
		\bar{x}	$s_{\bar{x}}$	\bar{x}	$s_{\bar{x}}$				
Lumbricidae	$\sqrt{x+1}$	1,693	0,140	1,591	0,068	<1	-	-	-
Enchytraeidae	$\log x$	1,642	0,029	1,397	0,026	6,45	21	-	2,83
Saprofage nematoden	$\log x$	3,721	0,070	3,289	0,083	3,96	21	-	2,83
Gamasides	$\log(x+1)$	1,230	0,186	0,602	0,089	3,02	15	-	2,95
Oribatei	$\log(x+1)$	1,075	0,125	0,487	0,075	4,06	17	-	2,90
Collembola	$\log(x+1)$	1,493	0,139	0,354	0,089	10,85	18	-	2,88

II.2.2.3. Bespreking

II.2.2.3.1. Invloed van DBCP op de bodemfauna

De behandeling heeft een significante invloed gehad op het aantal der saprofage aaltjes, de Gamasides en de Oribatei (tabel 26). DBCP blijkt aldus naast nematocide en fungicide, eveneens sterk acaricide eigenschappen te bezitten. Een duidelijke afname van de roofmijt-populatie (14,7 x in de rhizosfeer) heeft een sterke collembolen vermeerdering (6,4 x) in de hand gewerkt (tabel 24). We stellen hier een sterk uitgesproken antagonisme vast. GRIGOREVA (1952), BAUDISSIN (1952), SHEALS (1955, 1956) en BUAHIN & EDWARDS (1963), stelden eveneens prooi-predator verhoudingen vast tussen collembolen en roofmijten na bodembehandelingen met DDT en HCH en konstateerden een lichte collembolenvermeerdering. Hogere insekticide dosissen blijken zowel de collembolen als de mijtenpopulatie sterk te beschadigen, zoals uit de literatuur blijkt (BAUER, 1964).

KARG (1961) en SHARMA & KEVAN (1963) konden dit antagonisme eveneens in laboratoriumproeven bewijzen.

In onze proeven is de aanvankelijke prooi-predator verhouding (0,21) in de onbehandelde percelen door de bestrijding (93 x) toegenomen, zodat dit antagonisme blijkbaar te uitgesproken is om niet aan te nemen dat nog minstens één andere faktor deze collembolen-aangroei stimuleert (cfr. III.6.2.5.).

II.2.2.3.2. Invloed van de azalea-rhizosfeer op de faunapopulatie

Tabel 27 toont aan dat de enchytraeiden, de saprofage aaltjes, de mijten en de collembolen zich sterk uitgesproken in de rhizosfeer ophouden. Van de in naaldbladgrond goed vertegenwoordigde organismen was dit slechts voor de regenwormen niet te bewijzen.

De rhizosfeer groeit met het toenemen van de wortelkluit uit naar de door ons genoemde peri-rhizosfeer, zodat het enige verschil tussen beide milieu's de massa van levende en regelmatig afstervende worteltjes is. Dit jong afgestorven gemakkelijk ver-

teerbaar plantenmateriaal doet ongetwijfeld de bacteriën en schimmels toenemen, waarmee de saprofage aaltjes zich hoofdzakelijk voeden (NIELSEN C. OVERGAARD, 1949; PETERS, 1955) en trekt ook enchytraeiden, saprofage mijten en collembolen aan. Bij deze nieuwe fauna komen zich later ook hun parasieten voegen, zodat een biologisch evenwicht ontstaat.

ANDRASSY (1953), KÜHN (1959), LOWNSBERRY & VIGLIERCHO (1958, 60), PEACOCK (1959, 1961), WALLACE (1960), HENDERSON & KATZNELSON (1961) en BLAKE (1962) vermoedden of stelden vast dat parasitaire aaltjes aangetrokken worden door wortellexudaten. Het is niet uitgesloten dat ook de saprozoïtische dezelfde aantrekkingskracht ondergaan, evenals andere componenten van de fauna.

HILTNER (1904), KATZNELSON et al. (1948), CLARK (1949), STARKEY (1958), BOWEN & ROVIRA (1961), MULLER (1965) en PARKINSON (1967), stelden eveneens een talrijke^{re} bodemflora in de rhizosfeer vast. ROVIRA (1962) aanvaardt daarbij dat sommige door de wortels afgescheiden stoffen nodig zijn voor de bodemmicroorganismen.

Deze exudaten zouden selektief de bodemflora beïnvloeden en aldus de wortelomgeving bepalen.

Een beknopt overzicht van de typische voeding van de verzamelde fauna laat vlg de verdere samenhang zien.

De Rhabditida voeden zich naast bacteriën eveneens met algen en ontbindend organisch materiaal. De semi-parasitaire aaltjes zoals Tylenchus en Psilenchus blijken een voorliefde te hebben voor schimmels (WINSLOW, 1964; DE CONINCK, 1965). De enchytraeiden voeden zich hoofdzakelijk met afgestorven plantenresten, bacteriën en schimmels (O'CONNOR, 1967), maar daarnaast zijn jonge enchytraeiden in staat nematoden te doden, waarvoor ze wat betreft ektoparasitaire wortelaaltjes de geïnfecteerde plant gedeeltelijk binnendringen en de nematoden op de plaats van aantasting verorberen (JEGEN, 1920; SCHAERFFENBERG, 1950; SCHAERFFENBERG & TENDL., 1951). De hogervermelde gamasiden vreten niet alleen collembolen, maar sommige soorten leven eveneens van andere mijten, van nematoden en enchytraeiden. De Prostigmata-mijten zijn meestal óf rovers, óf schimmelkonsumenten óf

plantenparasieten (WALLWORK, 1967). Onder de Oribatei zijn er die zich voeden met humeus materiaal, als coniferennaalden, andere leven ten koste van schimmels, algen, mossen; sommige zijn predators en plantenparasieten (SCHUSTER, 1956; DUNGER, 1964; ROCKET & WOODRING, 1966; WALLWORK, 1967).

Vrijwel hetzelfde geldt voor de collembolen (TISCHLER, 1949; KÜHNELT, 1950; DUNGER, 1964; HALE, 1967). Volgens KÜHNELT (1950) zou er verder een sterke korrelatie bestaan tussen de Oribatei en de schimmels in de bodem. Een Oribatei-populatie zou door het verorberen van ontbindende stoffen de schimmelpopulatie kunnen drukken door hun voedselbronnen te beperken.

De vermelde literatuur toont aan dat er een innige samenhang bestaat tussen de meeste organismen in de bodem en dat de aanwezigheid van de enen de andere bijna inpliceert.

Het fauna-flora-kompleks blijkt dus algemeen sterker vertegenwoordigd te zijn in de rhizosfeer. Dit is zeer duidelijk komen vast te staan voor de bodemfauna in de typische azaleawortelkultuur wanneer de teelt in oude naaldbladgrond geschiedt.

II.3. BODEMHYGIENE

II.3.1. Inleiding

We hebben vastgesteld dat de rhizosfeer een massa bodemorganismen bevat. Hiertussen bevinden zich : plantenpatogenen, symbionten als mycorrhiza en stikstoffixerende bacteriën, predatoren en voedselkonkurrenten, saprofagen en semi-saprofagen.

Het biologisch evenwicht in deze rhizocoenose heeft ongetwijfeld haar invloed op de plantengroei en deze kennis kan ten voordele van de plantengroei aangewend worden wanneer we de gunstige organismen bevoordelen ten overstaan van de schadelijke.

Dergelijke maatregelen zijn een onderdeel van de wetenschap die tot doel heeft het behoud en de vermeerdering van de bodemvruchtbaarheid en die "Bodemhygiene" genoemd wordt en zelf een onderdeel vormt van de "Plantenbescherming".

RHEINMUTH (1963) vat de bodemhygienische maatregelen in 3 kategoriën samen :

- 1) vermijden van bodemveranderingen, die voor de kultuurplant een onmiddellijk nadelig effect hebben, of hun predispositie voor ziekten verhoogt ;
- 2) vermijden dat de populatie van ziekteverwekkers te hoog oploopt ;
- 3) verhoging van het antifytopatogeen vermogen van de bodem.

Praktisch kan dit samengevat worden in gunstige kultuurmaatregelen, milieuverbeteringen en biologische, fysische of chemische bestrijding.

II.3.2. Faunaverschuivingen met ouderwordende naaldbladgrond

Op 7 bedrijven werden steekproeven genomen uit nieuwe nog niet gebruikte grond en oudere grond (2 tot 5 jaar) met het doel de fauna van deze gronden na te gaan. Alhoewel er geen werkelijk verband bestaat tussen de nieuwe (die uit het bos komt) en de oude grond (die 2 à 5 jaar op het bedrijf heeft doorgebracht) laat ons dit toch toe een goed inzicht te hebben op de populatieverschuivingen in het algemeen. Voor de resultaten zie tabel 28.

Tabel 28 laat ons toe volgende besluiten te trekken :

- 1) oudere grond heeft algemeen een veel armere mesofauna ;
- 2) oudere grond heeft een hogere regenwormpopulatie ;
- 3) met nieuwe grond kunnen ook plagen op het bedrijf worden geïmporteerd (Sciaridae).

Tabel 28

Bodemfaunistische samenstelling van "nog niet gebruikte" (N) en "oudere" (O) naald-
bladgrond op 7 verschillende azalea-bedrijven (gemiddelde van 2 monsternames van
100 ml; periode nov.-febr.)

Bedrijf	I		II		III		IV		V		VI		VII		gemiddelde	
	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O	N	O
Lumbricidae	-	1	-	2	2	-	-	1	-	2	-	2	-	3	0,3	1,5
Enchytraeidae	102	44	135	27	64	66	98	16	147	29	289	22	120	20	136	32
Gamasides	8	2	20	5	49	6	11	18	23	7	25	10	7	7	20	8
Uropodina	-	1	5	-	3	-	2	2	2	-	7	-	1	2	2,9	0,7
Trombidiformes	-	1	-	1	-	-	1	1	-	-	1	-	4	1	0,9	0,6
Camisiidae	4	5	15	7	16	2	37	36	34	6	79	5	43	9	33	10
Phthiracaridae	16	1	80	13	83	3	40	29	52	22	71	18	77	22	60	15
Overige Oribatei*	54	5	200	6	93	7	50	21	60	11	157	22	55	17	96	13
Collembola	7	1	11	6	7	6	46	56	44	22	10	16	2	6	18	16
Sciaridae	2	-	-	-	5	-	-	1	4	-	2	-	10	-	3,3	0,1

* hoofdzakelijk Eremaeidae, Carabodidae en Scheloribatidae.

We moeten opmerken dat de populaties van nieuwe grond sterk stijgen gedurende het eerste gebruiksjaar, om slechts nadien af te nemen. Terwijl regenwormen vooral strooiselafbrekende eigenschappen bezitten (cfr. Hoofdstuk I) laten de literatuurgegevens eerder vermoeden dat de mesofauna naast haar saprofage eigenschappen het biologisch evenwicht in de bodem bepaalt.

Een verarming van deze fauna kan dan ook de aanvang zijn van een proces dat de gevoeligheid voor ziekten verhoogt en die daarbij ondersteund wordt door een vermindering in optimale groeivoorwaarden als gevolg van de strooiselafbraak van de regenwormen.

Het beletten of voorkomen van het verouderingsproces van de naaldbladgrond op fysisch en biologisch gebied in de azaleateelt hoort thuis in de eerste categorie van bodemhygienische maatregelen nl. het vermijden van bodemveranderingen, die voor de kultuurplant een onmiddellijk nadelig effect hebben, of hun predispositie voor ziekten verhoogt.

II.3.3. Partiële bodemontsmetting

De studie van de bodemontsmetting heeft reeds een ruime onderzoeksperiode achter de rug (cfr. RUSSELL, 1920).

LAWRENCE (1955) vindt bodemontsmetting de beste verzekering tegen het risico van een aantasting door bodempatogenen. Met de bodemontsmetting heeft men gewoonlijk een radikale bestrijding van een parasiet tot doel. Men hoopt daarbij dat de gunstige organismen niet te erg worden beïnvloed, dat de fysische en chemische bodemtoestand niet verslecht en dat het fytotoxisch effect indien aanwezig verdwenen is vooraleer de plant in contact komt met de behandelde bodem.

Totale bodemontsmetting is praktisch niet te verwezenlijken.

De meeste bodemontsmetters hebben slechts een partiële sterilisatie van de bodem tot resultaat, maar beantwoorden gewoonlijk vrij goed aan het primair gestelde doel nl. het voldoende drukken van de fytogene bodempopulatie.

II.3.4. Faunaverschuivingen als gevolg van bodemontsmetting

Op het bodemziek azaleabedrijf (cfr. II.1.3.) werden naast de aaltjestellingen ook de microarthropoda bepaald. Bodemzoologisch onderzoek voor de aanvang van de proef toonde slechts 60 Enchytraeidae, 28 Gamasides, 4 Prostigmata, 4 Camisiidae en 7 Phthiracaridae aan per 100ml. Tabel 29 geeft het gemiddeld aantal van deze organismen weer in de verschillende behandelingen per 100 ml groeisubstraat.

Tabel 29

Gemiddeld aantal microarthropoda in de verschillende behandelingen per 100 ml groeisubstraat

	getui- ge	beno- myl	DBCP	aldi- carb	thiona- zin	metho- myl	k.w.v.
<u>Mesostigmata</u>							
\bar{x}	36,5	49,2	10,5	20,0	15,0	33,8	
$1/n \leq \log x/10$	1,54	1,62	0,98	1,18	1,16	1,49	0,22*-0,29**
<u>Trombidiformes</u>							
\bar{x}	6,8	10,0	2,2	3,0	1,7	9,2	
$1/n \leq \log(x+1)$	0,82	0,99	0,32	0,46	0,34	0,73	0,43*
<u>Sarcoptiformes</u>							
\bar{x}	35,7	29,3	14,5	4,3	16,3	10,0	
$1/n \leq \log x$	1,52	1,44	1,12	0,52	1,07	0,95	0,43*-0,58**
<u>Collembola</u>							
\bar{x}	84,4	120,4	156,5	28,5	13,2	3,0	
$1/n \leq \log x$	1,75	1,91	2,02	1,30	0,70	0,27	0,55*-0,75**

* k.w.v. voor 0,05

** k.w.v. voor 0,01

Er valt op dat het mijtenaantal t.o.v. een normaal azaleasubstraat eerder arm is te noemen, zeker voor de Sarcoptiformes (cfr. Hoofdstuk III).

Het collembolenaantal is integendeel eerder sterk vertegenwoordigd. Bij de aanvang van de proef bestond de mijtenfauna uit 9,0% Prostigmata (Bimichaelia en Cunax) en 4,8% Acaridiae (Glyciphagus).

Het feit dat Cunax en Glyciphagus op gezonde bedrijven nog niet werden vastgesteld, kan ook op de verstoring van het biotoop wijzen. Tabel 29 toont verder aan dat DBCP de sterkste nematicide en acaricide werking vertoont, behalve voor de Sarcoptiformes, waartegen de systemische nematiciden (aldicarb, methomyl en thionazin) het werkzaamst waren, terwijl methomyl een buitengewoon collembolendodend middel is gebleken.

Onze observaties en resultaten laten vermoeden dat als de bodemfauna in de traditionele azaleateelt sterk begint af te wijken van de normale waarden, zonder dat een kunstmatige ingreep de oorzaak is, de cultuur te wensen zal overlaten.

Als afwijkend van de normale waarden (cfr. Hoofdstuk III) kunnen volgende gemiddelden aangezien worden : 30 Enchytraeidae, 20 Gamasides, 30 Oribatei, 10 Collembola per 100 ml naaldbladgrond. Hetzelfde kan gezegd worden voor meer dan 5 Lumbricidae per 100 ml.

In hoever het ontbreken zelf van een normale mesofauna de oorzaak is van de in dergelijke omstandigheden ontstane ziekteverschijnselen kan nog niet beoordeeld worden.

Waarschijnlijk is deze bodemfauna in de meeste gevallen slechts een indicator voor een slechte naaldbladgrondstructuur (fysisch), een abnormaal afbraakproces van het substraat (chemisch) of een ermede gepaard gaande floraverschuiving (biologisch), die eventueel fytopato-gen kan zijn.

In elk geval raden wij bij dergelijke vaststellingen aan maatregelen te treffen, waaronder de eenvoudigste is substraatvernieuwing en in die gevallen waar het een biologische evenwichtsverstoring betreft bodemontsmetting.

II.3.5. Biologische aaltjesbestrijding

WALLACE (1963) geeft een overzicht van de literatuur betreffende de nematodenpredatoren. Tussen de verschillende aaltjespredatoren bevinden zich allerlei schimmels (VAN DER LAAN, 1953, 1956); DUDDINGTON, 1956, 1960; SHEPHERD, 1956; DUDDINGTON et al., 1961; COOKE, 1964; RITTER, 1965), verder amoeben en andere protozoën (THORNE, 1940;

ZWILLENBERG, 1953; DONCASTER, 1956; WINSLOW & WILLIAMS, 1957; KUIPER, 1958; DONCASTER & HOOPER, 1961), tardigraden (HUTCHINSON & STREU, 1960; DONCASTER & HOOPER, 1961), andere nematoden zoals Mononchus (THORNE, 1927) en Dorylaimus (LINFORD & OLIVEIRA, 1937), enchytraeiden (SCHAEFFENBERG, 1950; SCHAEFFENBERG & TENDL, 1951; DONCASTER, 1962), Collembola (BROWN, 1954; MURPHY & DONCASTER, 1957; DONCASTER, 1962) waaronder vertegenwoordigers van het in de azaleateelt dominante geslacht Isotoma en tenslotte meerdere mijten, zoals reeds vermeld.

Mislukte inoculaties van pathogenen in bepaalde bodems met het doel ziekten te verwekken werden proefondervinderlijk toegeschreven aan de activiteiten van antagonisten in het te inoculeren milieu (PARK, 1963).

We kunnen ons de vraag stellen of een nematodenaantasting nog wel mogelijk is in de bodem met rijke fauna. In alle geval werden in de azaleateelt slechts aaltjesaantastingen vastgesteld op bedrijven waar de teelt in oude naaldbladgrond plaats had en onze waarnemingen hebben bewezen dat algemeen oude naaldbladgrond een armere fauna bevat. Anderzijds toont de literatuur aan dat de biologische bestrijding van nematoden weinig hoopvolle vooruitzichten biedt voor de praktijk, want de meeste proeven in die zin hebben eerder negatieve resultaten gegeven (WALLACE, 1963). De azaleateelt bevindt zich echter dank zij haar substraat in een uitzonderlijke gunstige positie.

II.3.6. Verhoging van het antifytopatogeen vermogen

Volgens RHEINMUTH (1963) bezit de niet steriele bodem tegenover talrijke mikroorganismen maar vooral tegen bacteriën en schimmels, een zekere "Abwehrkraft", die van geval tot geval zeer verschillend kan zijn en waarbij de "Fungistasis" thuishoort.

Deze remwerkingen zouden in de regel groter zijn naargelang de bodem rijker is aan mikroorganismen en deze laatste aktiever zijn.

Door de toediening van stalmest of groenbemesting (GROSSMAN, 1953) zouden de saprofytische bodemschimmels en de bodembacteriën zodanig kunnen gestimuleerd worden dat ze de parasieten kunnen drukken omdat meerdere bodemorganismen voedingskonkurrenten zijn en vaak antagonistisch werken tegenover plantenpatogenen, die soms een saprofytische ontwikkelingsfase in de bodem doormaken.

Anderzijds wordt ook op deze wijze de nematodenpopulatie gedrukt.

In fauna-arme azaleasubstraten zou een organische bemesting met moutkiemen, ricinusmeel en dgl. de voorkeur moeten krijgen boven scheikundige bemesting om de kans op een aaltjesaantasting te verminderen.

II.4. SAMENVATTING

De verschijnselen van slechte groei, gepaard gaande met ongezonde stand van het gewas, sterk gereduceerd wortelgestel, chlorose en necrose, omschreven als bodemmoeheid van de azalea zijn uitstekend te bestrijden met 400 tot 800 gram DBCP per are. De andere partiële bodemontsmettingsmiddelen aldicarb, thionazin, methomyl en benomyl hadden eveneens een gunstig effect, zij het in minder mate. Insekticiden hadden niet de minste uitwerking.

Het proces van de bodemmoeheidsverschijnselen wordt waarschijnlijk ingeleid door de pathogene aaltjes Tylenchorynchus claytoni of (en) Trichodorus christiei en langs de door deze aaltjes beschadigde wortels is vermoedelijk achteraf de voor azalea nefaste schimmelflora binnengedrongen en heeft de planten verder doen afsterven. Naargelang het bestrijdingsmiddel dan ook polyvalenter was is het herstel van de afstervende planten beter verlopen.

Er is verder komen vast te staan dat de door aaltjes besmette bodems uit oudere naaldbladgrond bestaan en dat deze een arme bodemfauna bevat. Op bedrijven waar de naaldbladgrond jaarlijks vernieuwd wordt is een aanrijking van de schadelijke nematodenpopulatie immers praktisch onmogelijk. Een rijke bodemfauna zou volgens de literatuur een gunstig effect hebben op de teelt. Enerzijds blijkt een rijke bodemfauna het

biologisch evenwicht in de bodem voor de plant gunstig te kunnen beïnvloeden, omdat de fytopatogenen er door hun talrijke predatoren en saprofagen worden geremd.

De reeds aangehaalde en verdere literatuur toont aan dat het ook zo zou zijn voor de schimmels.

Anderzijds zou een actieve bodemflora en -fauna fysiologisch belangrijke stofwisselingsprodukten in de bodem brengen zoals aminozuren, hormonen, groeistoffen en antibiotica, die wegens hun specifieke eigenschappen op de parasiet zeer ongunstig of op het metabolisme van de plant zeer gunstig inwerken met als gevolg herstel van de gezondheidstoestand van de bodemzieke planten of verhoogde groeikracht.

De mesofauna zoals enchytraeiden, saprofage aaltjes, mijten en collembolen is in een gezond azaleagewas duidelijk beter vertegenwoordigd in de wortelkluiten dan in het omgevend substraat. De regenwormen zijn echter evengoed in de peri-rhizosfeer vertegenwoordigd. Het verder onderzoek heeft aangetoond dat DBCP naast zijn nematicide en fungicide eigenschappen, ook acaricide eigenschappen bezit, en dat collembolenpopulaties in deze behandelde bodems sterk toenemen. Onze waarnemingen en resultaten laten vermoeden dat als de bodemfauna in de traditionele azaleateelt sterk begint af te wijken van de normale waarden, de kultuur te wensen zal overlaten. Het is niet uitgemaakt of het deze fauna zelf is die door haar afname het biologisch evenwicht verder laat verstoren met toename van fytopatogenen of dat deze fauna slechts een indicator is voor een slechte fysische structuur of een gewijzigde ongunstige chemische toestand van het substraat.

Op dat ogenblik dienen bodemhygienische maatregelen getroffen te worden waaronder we vermelden partiële bodemontsmetting, een organische bemesting of substraatvernieuwing.

Hoofdstuk III

DE INVLOED VAN DE BEMESTING EN VAN PESTICIDEN OP

DE BODEMFAUNA EN DE GROEI VAN AZALEA

III.1. INLEIDING

De bodemfauna heeft van bodemhygienisch standpunt uit een belangrijk aandeel in het gezond houden van een teelt en dus eveneens op haar opbrengst. De azalea-rhizosfeer bezit gewoonlijk een rijke bodemfauna. Enerzijds kan een rijke bodemfauna en -flora het biologisch evenwicht in de bodem beïnvloeden, ten nadele van de plantenziektepatogenen en ten gunste van de plant door eventueel fysiologisch belangrijke stofwisselingsprodukten in de bodem te brengen, waarvan de plant rechtstreeks of onrechtstreeks profiteert.

Anderzijds kunnen er tussen deze organismen ook obligaat- en fakultatieve plantenparasieten voorkomen, zodat zich blind staren op het aantal zonder de verscheidenheid en de ekologie van de componenten na te gaan onverantwoord is.

DUNGER (1964) heeft erop gewezen dat er tussen de mijten- en collem-bolen soorten bestaan, die zowel leven van humus en mikrofyten als van levend plantaardig en dierlijk weefsel en dit zowel fakultatief als obligaat. Sommige zoals Rhizoglyphus zijn echte wortelbeschadigers terwijl andere toevallig onderaardse schade veroorzaken (BLUNCK, 1949); maar ook op bovenaardse plantendelen worden regelmatig bodemmijten waargenomen.

Elke ingreep in de natuur kan aldus door een interactie een wijziging in de verwachte opbrengst meebrengen. Het gebruik van pesticiden heeft niet zelden gunstige groei en kwaliteitsverschillen voor de teelt tot gevolg, ook wanneer een ziektefactor niet direkt is aan te wijzen. Verder laat de toepassing van pesticiden soms toe gegevens over de ekologie van de fauna en florakomponenten te ontdekken.

De toepassing van enkele meststoffen en pesticiden in de azaleateelt kan als inleiding op bovenvermelde problemen worden gezien. Daarnaast echter wilden we nagaan welke invloed het geheel "produkt en gewijzigde fauna en flora" heeft op de groei en de kwaliteit van de "Azalea indica".

III.2. VERZAMELMETODES

Er blijken geen methodes te bestaan, die het geheel van de fauna met één enkele bewerking of apparatuur toelaten te verzamelen (MacFADYEN, 1955; MURPHY, 1962).

Bij de verzameling van de talrijk in naaldbladgrond voorkomende fauna zoals de Nematoda, de Enchytraeidae, de Lumbricidae, de Acari en de Collembola, hebben we gebruik gemaakt van 3 verschillende methodes. Voor de nematoden voldoet de in onze laboratoria uitgeteste "gewijzigde OOSTENBRINK-methode" beschreven door DE MAESENEER en D'HERDE (1963). Voor de enchytraeiden-bemonstering zijn twee methodes uitgesproken boven de andere bekend nl. de Nielsen-extractor (1952-53) en een gemodificeerde Baermann-trechter van O'CONNOR (1955).

Deze Baermann-trechter blijkt zeker de meest praktische en daarbij nog de beste resultaten te geven voor organisch rijke gronden (O'CONNOR 1962, 1967; PEACHEY, 1962) zodat deze laatste door ons werd gebruikt. Bij de verzameling laten we lampen van 60 Watt 2 uren branden. Met deze Baermann-trechter (maaswijdte 1 mm) worden eveneens de juveniele Lumbricidae verzameld; terwijl de grotere met een pincet na de behandeling uit de rest van het grondmonster worden gehaald.

Mijten en collembolen worden gewoonlijk samen verzameld. Baanbrekend werk werd door BERLESE (1905) geleverd. TULLGREN (1918) verbeterde de methode en deze wordt nog altijd door vele bodemzoölogen gebruikt, eventueel onder een licht gewijzigde vorm.

Nochtans laat geen enkele van al de bekende technieken toe de verschillende mijtengroepen en collembolen volledig uit de bodem te halen. Naargelang de bodem trager uitdroogt zouden echter de wekere organismen beter verzameld worden. Een uitgebreide bespreking wordt door MURPHY (1962) gegeven, en hij besluit over de "dry-funnel-methode" als volgt "it is probably the most suitable method for litter substrates and is certainly the only feasible means of extracting micro-arthropods from soil having a high organic-matter content".

Verschiedende methodes worden in "Progress in Soil Zoology" (ed. P.W. MURPHY) uitvoerig door hun ontwerpers besproken.

III.3. FIXATIE, TELLINGEN, DETERMINATIE

De enchytraeiden bezinken in de Baerman-funnel uit dewelke ze worden afgetapt in koel water. Met behulp van telglaasjes worden ze dan levend onder binoculair geteld, evenals de juveniele regenwormen. Ingeval veel tellingen op dezelfde dag moeten gebeuren, kunnen de enchytraeiden in fris water gemakkelijk een paar dagen overgehouden worden, ofwel kunnen ze gefixeerd worden in "Bouin's" fixatief.

De determinatie is moeilijk en slechts op levende exemplaren uit te voeren, zodat om praktische redenen deze niet bij de tellingen werd uitgevoerd. Testdeterminaties hebben aangetoond dat Cognettia sphagnetorum uitgesproken dominant is in het azaleasubstraat.

Voor de regenwormsoorten verwijzen we naar hoofdstuk I.

De mijten en collembolen worden opgevangen in "Oudemans' fixatief". In het begin werden ze allen in permanente preparaten gebracht in "De Faure's fixatief" en geïsoleerd met een kadertje Euparal.

Gezien het totaal aantal getelde microarthropoda ver de 100.000 overtreft, is het verstaanbaar dat niet al deze organismen in preparaten konden gebracht worden. Na de opgedane ervaring konden ongeveer 95% van de mijten onder de binoculair worden geteld, maar werd als veiligheid per grondmonster en soort een herkenningpreparaat gemaakt, dat eventueel onder mikroskoop werd bepaald en ter controle aan de mijtenspecialist COOREMAN werd voorgelegd. In de meeste gevallen werden al de collembolen door VAN DAELE gedetermineerd. Soms gebeurde deze bepaling op steekmonsters (20-30%).

De aaltjes tenslotte werden heet gefixeerd (DE GRISSE, 1969) en van deze vloeistof werd na homogenisatie 1/25ste of 1/50ste geteld in telglaasjes (Peters model, 1955). De niet-stekeldragende aaltjes werden als saprofagen (saprozoïtische) beschouwd, de stekeldragende, ingeval aanwezig, gescheiden in Tylenchus - Psilenchus en de overige.

Oudemans' fixatief

glycerol	50 ml
ijsazijn	50 ml
alkohol (95%)	680 ml
water	220 ml

De Faure's fixatief

chloralhydraat	50 g
arabische gom	30 g
glycerol	20 ml
water	50 ml

Bouin's fixatief

pikrinezuur (verzadigde oplossing)	150 ml
formol	50 ml
ijsazijn	10 ml

De Grisse's fixatief

formol (40%)	100 ml
glycerol	10 ml
water	890 ml

Om te onderzoeken of het afpipetteren van 1/25 ste van het totaal van het aaltjesmonster geen te grote fout meebrengt werden uit een reeks flesjes twee pipetmonsters genomen en vergeleken. De verkregen gemiddelden waren respectievelijk $\bar{x}_1 = 117,1$ en $\bar{x}_2 = 120,8$ ($n = 19$).

Na transformatie naar $\log x$ werd hierop de "Toets van Student op verschillen" toegepast met $\bar{x}_1 = 2,029$, $\bar{x}_2 = 2,049$

$$\bar{v} = \frac{\sum v}{n} \quad s_v^2 = \frac{\sum v^2 - (\sum v)^2 / n}{n-1} \quad t = \frac{\bar{v}}{\sqrt{\frac{s_v^2}{n}}}$$

berekende t-waarde = 0,33

$t_{\text{tabel}} = 2,10 (0,05)$

Deze toets bewijst dat deze werkwijze een goed reproduceerbare telling geeft.

III.4. VERGELIJKING VAN 2 EXTRAKTIE-METODES VOOR MICRO-ARTHROPODA

De Tullgren-metode is in alle geval een zeer bruikbare methode voor naaldbladgrond; nochtans zijn er lichte bezwaren tegen zoals de eerder te snelle uitdroging. KEMPSON et al. (1963) hebben een "extractor" vervaardigd, die deze bezwaren zou opheffen.

Deze apparatuur wordt aan het "Laboratorium van Oekologie, Biogeografie en Algemene Biologie van de Rijksuniversiteit Gent" gebruikt en we hebben aldaar de methode van Kempson met onze Tullgren vergeleken.

Bij de methode van Kempson werden de grondmonsters 9 dagen in de "extractor" gehouden. Bij onze "Tullgren" worden lampen van 25 Watt gebruikt hangende op 11 cm van het grondmonster; de zeven hebben 7 cm doormeter met een maaswijdte van 1 mm.

De monsters worden na de vaststelling dat ze kurkdroog zijn in principe nog een dag langer onder de lampen gehouden; dit behelst minimum 4 dagen.

Uit 6 azaleapotjes werden 2 gelijkaardige sektoren van elk 100 ml vergeleken. De resultaten zijn weergegeven in tabel 30.

Tabel 30

Vergelijking van het aantal geëxtraheerde micro-arthropoda uit 100 ml naaldbladgrond met een Tullgren-funnel (T) en met de methode van Kempson (K) (n = 6)

	\bar{x}		$1/n \sum \log x$		t-waarde (*)
	T	K	T	K	
Gamasides	47,2	54,8	1,649	1,696	0,42
Uropodina	3,8	5,3	0,569	0,567	0,01
Zerconina	0,3	0,3	-	-	-
Prostigmata	0,8	0,0	-	-	-
Tarsonemini	1,2	0,5	-	-	-
Acaridiae	3,2	0,2	-	-	-
Camisiidae	147,8	76,8	2,143	1,871	3,03
Eremaeidae	8,0	0,3	-	-	-
Phthiracaridiae	56,3	53,2	1,738	1,701	0,46
Rest Oribatei	2,8	2,7	-	-	-
Collembola	106,5	116,2	1,963	2,041	0,65

* t-tabel (0,05) 2,23; (0,01) 3,17

Tabel 30 toont aan dat voor de organismen, die in voldoende aantal aanwezig waren de Tullgren-methode de beste bleek te zijn voor de Camisiidae. De andere mijtengroepen en de collemبولen waren statistisch niet verschillend. Bij wekere mijtengroepen zoals de Prostigmata, Tarsonemini en Acaridiae zien we zelfs betere resultaten voor de Tullgren-funnel, alhoewel deze gegevens niet werden verwerkt omdat in de Kempson-methode deze organismen in te kleine aantallen voorkwamen.

Opvallend is dat bij de Camisiidae talrijke juveniele en dus wekere exemplaren voorkwamen en dat juist deze groep statistisch verschil heeft aangetoond.

We kunnen besluiten dat de Tullgren-methode voor naaldbladgrond zeker zo efficiënt is als de Kempson-methode.

III.5. BESCHOUWINGEN BIJ HET AANLEGGEN VAN BODEMFAUNISTISCHE POTPROEVEN

III.5.1. Inleiding

Bij het aanleggen van potproeven voor bodemfaunistisch onderzoek in de azaleateelt stelt zich op het einde van het groeiseizoen het probleem van de monsternamen. De goed gevormde wortelkluit maakt dat het niet zo gemakkelijk is een monster te nemen. De boorteknik, bekend bij aaltjesonderzoek, is moeilijk toepasbaar en anderzijds worden bij het wegscheuren van een deel van de wortelkluit, waarbij heel wat kracht moet worden gebruikt, sommige organismen doodgedrukt. We hebben dan ook de techniek van gesneden potsektoren toegepast, die erin bestaat de wortelkluit, na uitkloppen uit de pot, in potsektoren van ongeveer 100 ml te snijden (fig. 7). Dit volume wordt dan achterna aangepast aan een 100 ml maat. De potsektoren hebben tegenover een, op een andere wijze genomen monster, het voordeel dat de monsters beter vergelijkbaar zijn wat betreft de hoeveelheid wortels en de verdeling van de grond volgens de diepte. De wortels hebben namelijk een grote invloed op het aantal der organismen en deze invloed is bijzonder opvallend bij azalea (cfr. II.2.2.). Verder is het voldoende bewezen dat de bodemorganismen vooral in de bovenste 5 cm van de bodem het sterkst vertegenwoordigd zijn (KUHNELT, 1950; VAN DER DRIFT, 1951; MURPHY, 1953; POOLE, 1961; BASSUS, 1962; VAN DEN BRANDE & HEUNGENS, 1968). Anderzijds is bekend dat de bodemfauna in de grond vooral in aggregaten voorkomt.

Bij het aanleggen van zulke proeven stelt zich eveneens het probleem van het aantal monsters dat dient genomen te worden per eksperimentele eenheid (pot).

III.5.2. Materiaal en methodes

Een proef volledig volgens toeval bestaande uit 24 potten en waarbij 8 behandelingen werden toegepast werd einde mei aangelegd in een serre met éénjarige "Azalea indica" cultivar "Perle de

Noisy" in verse naaldbladgrond. Deze potproef diende als inleiden-
de proef op een meer uitgebreid onderzoek betreffende de invloed van
bemesting en pesticiden op de bodemfauna (cfr. III.6.1.).

Na drie weken werd de wortelkluit onderzocht. Per pot werden er
zeven ongeveer gelijke sektoren genomen. Van die zeven sektoren
werden er twee volgens toeval genomen en onderzocht op de organis-
men Oligochaeta, twee andere werden onderzocht op de Nematoda en
de drie laatste op de Microarthropoda.

Bij de Oligochaeta werden de Lumbricidae en de Enchytraeidae ge-
teld, bij de Nematoda de saprofage (niet stekeldragende) en semi-
parasitaire (Tylenchus-Psilenchus); bij de Microarthropoda twee
mijtengroepen namelijk Gamasides en Oribatei en de Collembola.
De aaltjestellingen gebeurden met behulp van telglasjes (Peters
model, 1955).

Een van de doelstellingen van deze proef was een schatting te
verkrijgen van de bemonsteringsfout (binnen potten) en van de
eksperimentele fout (tussen potten) alsook het vergelijken van
de variabiliteit tussen monsters (aangepaste sektoren) in eenzelf-
de pot met de variabiliteit tussen gelijk behandelde potten. Het
is over dit aspekt van de proef dat we hier zullen uitweiden.

III.5.3. Analyse van de waarnemingen

Voor elk der bestudeerde organismen werd na transformatie een
variantie-analyse uitgevoerd volgens het schema aangegeven in
tabel 31. De kolommen (2) en (3) van deze tabel hebben betrek-
king op de analyses waarbij wij beschikten over twee monsters per
pot, terwijl kolommen (4) en (5) betrekking hebben op de analyses
waarbij wij beschikten over drie monsters per pot.

Tabel 31

Schema van de variantie-analysen

(1) Oorsprong v.d. variabiliteit	(2) v.g.	(3) Verwachte waarden v.d. gemidd. kwadraten	(4) v.g.	(5) Verwachte waarden v.d. gemidd. kwadraten
Behandelingen	7		7	
Experim. fout	16	$\sigma_m^2 + 2 \sigma_e^2$	16	$\sigma_m^2 + 3 \sigma_e^2$
Bemonsteringsfout	24	σ_m^2	48	σ_m^2
Totaal	47		71	

In tabel 32 worden de geschatte waarden van σ_m^2 en σ_e^2 opgegeven, die berekend werden uit de variantie-analysen.

Tabel 32

Geschatte waarden van de variantiecomponenten

σ_m^2 en σ_e^2 .

Organismen	Transform.	s_m^2	s_e^2	Aantal monsters per pot
Enchytraeidae	$\log x$	0,0044	0,0037	2
Lumbricidae	$\sqrt{x + 1}$	0,1305	0,1085	2
Saprofage aaltjes	$\log x$	0,0286	0,0798	2
Tylenchus-Psilenchus aaltjes	$\log (x+1)$	0,1509	0,2787	2
Collembola	$\log (x+1)$	0,0820	0,1825	3
Gamasides	$\log x$	0,0451	0,0313	3
Oribatei	$\log x$	0,0291	0,0062	3

Bij elke analyse was de komponent s_e^2 significant, uitgezonderd voor de Oribatei.

Uit tabel 32 blijkt dat, in 't algemeen voor eenzelfde organisme de waarden van de geschatte komponenten s_m^2 en s_e^2 , wat de grootteorde betreft, niet sterk van elkaar afwijken. Nergens kan men zeggen dat de geschatte variantie tussen monsters σ_m^2 belangrijk groter zou zijn dan s_e^2 , zodat steunend op de gegevens van deze inleidende proef wij normaal om een proef met grotere nauwkeurigheid te bekomen meer potten per behandeling zullen nemen en eventueel minder monsters per pot. Dit natuurlijk voor zover we niet beperkt zijn door het aantal beschikbare potten per behandeling.

Beschouwen we algemeen een proef met a behandelingen (A), b potten (B) per behandeling en c monsters (C) per pot dan worden de verwachte waarden van de gemiddelde kwadraten gegeven door de uitdrukkingen van tabel 33.

Tabel 33

Verwachte waarden van de gemiddelde kwadraten

Variabiliteitsoorsprong	Verwachte waarden van de gemiddelde kwadraten
a behandelingen A	$\sigma^2 C \text{ in } B \text{ in } A + c \sigma^2 B \text{ in } A + bc \sigma^2 A$
b potten B per behandeling (experimentele fout)	$\sigma^2 C \text{ in } B \text{ in } A + c \sigma^2 B \text{ in } A = \sigma_m^2 + c \sigma_e^2$
c monsters C per pot (bemonsteringsfout)	$\sigma^2 C \text{ in } B \text{ in } A = \sigma_m^2$

Als maat voor de nauwkeurigheid van een proef kunnen we de waarde nemen van de variantie van het verschil tussen de gemiddelden van twee behandelingen en die geschat wordt door

$$s_d^2 = 2 \left(\frac{s_m^2 + c s_e^2}{bc} \right)$$

Het komt er dus in de eerste plaats op aan s_d^2 te verkleinen door bc te vergroten. Hiervoor kunnen we b , c of beide verhogen of bij gelijkblijvend aantal waarnemingen b verhogen en c evenredig verkleinen.

Het verhogen van het aantal potten ten koste van het aantal monsters per pot heeft echter een aanzienlijk effect op de nauwkeurigheid van de proef. De variantie s_d^2 zal verminderen en daarbij zullen we over een groter aantal vrijheidsgraden beschikken voor de experimentale fout, hetgeen de te overschrijden kritieke t - of F -waarde voor het toetsen van het effect van de behandelingen zal doen verminderen. Slechts wanneer s_m^2 aanzienlijk groter is dan s_e^2 en indien de monstername en de telling die op het monster moet uitgevoerd worden eenvoudige niet tijdrovende bewerkingen omvatten kan men een vermeerdering van het aantal monsters binnen de potten, eerder dan meer potten in beschouwing nemen. Om praktische redenen zal aldus in het vervolg slechts één monster per pot voor éénzelfde verzameltechniek genomen worden. Voor meer details omtrent dit probleem verwijzen we naar HEUNGENS en ROTTI (1970).

III.6. DE INVLOED VAN ORGANISCHE EN ANORGANISCHE BEMESTING EN VAN DE PESTICIDEN ALDRIN, CARBARYL EN DBCP OP DE BODEMFAUNA IN DE AZALEATEELT

III.6.1. Materiaal en methoden

Een potproef in de vorm van een "latijns vierkant" (8 x 8) werd einde mei 1967 in een serre aangelegd met éénjarige "Azalea indica" cultivar "Perle de Noisy" in nieuwe dennennaaldgrond.

De planten werden bemest met "moutkiemen" (4-1,5-1,5) of met de komplekse scheikundige meststof "Alkrisal" (18-6-12).

Van de moutkiemen werd einde mei éénmaal 20 g per liter potinhoud toegediend, van Alkrisal tweemaal 0,5 g in opgeloste vorm nl. einde mei en begin juli (potinhoud 0,75 liter).

Verder werden aan een deel der planten bodeminsekticiden of een nematocide toegediend. Volgende handelsmerken werden gebruikt : Aldrin 25 Gorsac (25% aldrin), Dicarbam (50% carbaryl) en Nema-gon-mengolie (1545 g DBCP/l).

Van aldrin en carbaryl werden tweemaal een dosis van 100 g en van DBCP éénmaal 500 g en éénmaal 250 g per are gegeven, respectievelijk einde mei en begin juli (bodemdiepte gelijkgesteld aan 20cm). Bij de aanleg van de proef bekwamen we volgende gegevens betreffende de kroondiameters van de planten : $\bar{x} = 19,6$ cm; $s = 0,74$ cm; $s_{\bar{x}} = 0,13$ cm (steekproef met $n = 32$).

Het latijns vierkant werd na 12 weken onderzocht.

De resultaten werden als volgt verwerkt : totaal (63), rijen (7), kolommen (7), behandelingen (7), residuele fout (42). Tussen haakjes het aantal vrijheidsgraden. De behandelingen zelf werden gesplitst in : bemestingen (1), pesticiden (3) en interactie (3).

III.6.2. Resultaten en bespreking

III.6.2.1. Planten

Tabel 34 geeft de kroondiameters van de azaleas op, naargelang de behandeling. Kwaliteitsverschillen tussen de planten werden niet waargenomen. Slechts voor de bemesting werden er kroondiameterverschillen vastgesteld. De bemesting met moutkiemen gaf de grootste kroondiameter.

Tabel 34

De kroondiameter van de azaleas (cm) naargelang de behandeling

Behandeling	gemiddelde kroondia- meter	F-waarde	k.w.v.	Besluit
<u>Bemesting</u>		12,45	1,1	M > A voor 0,01
moutkiemen (400kg/are) M	26,8			
Alkrisal (20kg/are) A	25,3			
<u>Pesticiden</u>		2,07		
getuige	26,6			
aldrin (200 g/are)	26,4			
carbaryl (200 g/are)	25,3			
DBCP (750 g/are)	25,9			
<u>Interaktie</u>		1,82		

III.6.2.2. Fauna

In tabel 35 wordt het aantal organismen van de best vertegenwoordigde groepen in de voorbereidende (cfr. III.5.2.) en hoofdproef van de getuigepercelen opgegeven. Deze tabel laat ons toe de populatie van juni en augustus te vergelijken.

We stellen vast dat op 2 maanden tijd de populaties sterk kunnen schommelen.

De verdeling van de organismen in dit azaleasubstraat wordt in tabel 36 behandeld. Hier wordt aangetoond dat de organismen voorkomen in "aggregaten" (DEBAUCHE 1958, 1962; ANDREWARTHA, 1961; CANCELA DA FONSECA, 1965, 1966).

De verhouding $s^2/\bar{x} > 1$ kan getest worden (GREIG-SMITH, 1964).

Toegepast op tabel 36 vonden we een significantie van 0,001 voor al de groepen.

Tabel 35

Gemiddeld aantal organismen in de getuigepercelen per 100 ml
in de voorbereidende proef (juni) en de hoofdproef (augustus)

Organismen	rekenkundig gemiddelde		logaritmisch gemiddelde*		getransformeerd gemiddelde**	
	juni	aug.	juni	aug.	juni	aug.
Lumbricidae	3,7	3,2	0,613	0,548	3,1	2,5
Enchytraeidae	361	212	2,537	2,309	344	203
Saprofage aaltjes	6080	8000	3,685	3,839	4840	6900
Collembola	73	8	1,543	0,741	34	4,5
Gamasides	27	77	1,321	1,847	21	70
Oribatei	144	136	2,142	-	138	-
Camisiidae	-	48	-	1,598	-	40
Eremaeidae	-	41	-	1,518	-	33
Phthiracaridae	-	43	-	1,574	-	38
Andere Oribatei	-	4	-	-	-	-

* log x voor de Enchytraeidae, Nematoda, Gamasides, Oribatei en Eremaeidae.

log (x+1) voor de Lumbricidae, Collembola, Camisiidae en Phthiracaridae.

** door een direkte aflezing uit een logaritmetafel.

Tabel 36

Wijze van verdeling van de organismen in de hoofdproef, zonder rekening te houden met de behandelingen (N=64; monstergrootte 100 ml)

Organismen	Rekenkundig gemiddelde \bar{x}	Variantie s^2	s^2/\bar{x}
Lumbricidae	1,75	3,24	1,85
Enchytraeidae	226	4895	21,66
Saprofage aaltjes	139 x 50	8396	60,40
Collembola	17,2	1893	110,06
Gamasides	52,7	1156	21,94
Camisiidae	26,8	1344	50,15
Eremaeidae	37,1	923	24,88
Phthiracaridae	28,5	559	19,61

Voor de samenstelling van de mijtenfauna zie tabel 37.

Tabel 37

Procentuele samenstelling van de mijtenfauna op een totaal van
9.943

Gamasides (33,90 %)

- Macrochelidae,
 - Parholaspulus alstoni (Evans)(33,38 %),
- Parasitidae,
 - Eugamasus sp.,
- Pachylaelaptidae,
 - Pachylaelaps sp.,

Zerconina (0,15 %).

Uropodina (0,19 %).

Prostigmata (0,61 %) :

- Pachygnathidae,
 - Bimichaelia diadema (GDJ.)(0,59 %),
- Raphignathidae,
 - Ledermulleria rhodomela (C.L.K.)(0,02 %).

Tarsonemini (0,01 %) :

- Scutacaridae,
 - Scutacarus sp.

Acaridia (0,49 %).

Oribatei (64,65 %) :

- Nanhermanniidae,
 - Nanhermannia sp. (0,05 %),
- Hypochthoniidae,
 - Hypochthonius rufulus (C.L.K.)(0,15 %),
- Camisiidae,
 - Nothrus pratensis (Sell.)(17,22 %),
 - Nothrus silvestris (Nic.)(0,05 %),
- Eremaeidae,
 - Oribella castanea (Herm.)(16,99 %),
 - Oppia nova (Oudms.)(6,90 %),

- Carabodidae,
 - Tectocephus velatus (Mich.)(2,35 %),
- Notaspididae,
 - Scheloribates condundatus (Selln.)(1,95 %),
 - Chamobates cuspidatus (Mich.)(0,64 %),
- Phthiracaridae,
 - Steganacarus striculus (C.L.K.)(12,68 %),
 - Pseudotritia minima (Berl.)(1,82 %),
 - Phthiracarus borealis (Träg.)(3,32 %),
 - Phthiracarus piger (Scop.)(0,52 %),
 - Oribotritia sp. (0,01 %).

Voor de meeste mijtengroepen werd BAKER & WHARTON (1959) gevolgd, terwijl voor de Oribatei hoofdzakelijk VAN DER HAMMEN (1952), maar ook WILLMANN (1931) werden geraadpleegd.

Bij de regenwormen treffen we vooral de kleine rood-gepigmenteerde zuurtolerante en ubiquiste soorten aan. De dominante species zijn Dendrobaena octaedra, D. attensi en Lumbricus rubellus met daarnaast D. rubida, L. castaneus en Eisenia eiseni. Zeldzamer is Allolobophora chlorotica (cfr. Hoofdstuk I). Cognettia sphagnetorum domineert sterk bij de Enchytraei-dae.

Met de saprofage aaltjes worden hier de saprofagen en semi-saprofagen volgens BASSUS (1967) bedoeld. Gewoonlijk worden in de azaleakultuur ook talrijke semiparasieten gevonden als Tylenchus en Psilenchus. Dit was hier echter niet het geval. Voor de collembolen verwijzen we naar tabel 39. Voor de systematiek en de nomenclatuur van de collembolen werd GISIN (1960) gevolgd.

III.6.2.3. De bemesting

De faunistische vergelijking van de potten behandeld met organische en minerale meststof volgt uit tabel 38.

Tabel 38

Invloed van 2 bemestingen (moutkiemen 20 g en Alkrisal 1 g per liter substraat) op de bodemfauna in de azaleakultuur
(N=64 ; monstergrootte 100 ml)

M = moutkiemen A = Alkrisal	rekenkundig gemiddelde	logaritmisch gemiddelde (1)	k.w.v. *voor 0,05 **voor 0,01	Besluit
Lumbricidae :				
M	2,41	0,448		
A	1,09	0,265	0,138**	M > A voor 0,01
Enchytraeidae :				
M	241	2,365		
A	212	2,302	0,055*	M > A voor 0,05
Saprofage aaltjes :				
M	188 x 50	2,410		
A	89 x 50	1,900	0,100**	M > A voor 0,01
Collembola :				
M	21,3	0,875		
A	13,0	0,762	-	M = A
Gamasides :				
M	60,1	1,700		
A	45,3	1,574	0,149** 0,111*	M > A voor 0,05
Camisiidae :				
M	22,3	0,817		
A	31,4	0,933	-	M = A
Eremaeidae :				
M	32,0	1,427		
A	42,2	1,496	-	M = A
Phthiracaridae :				
M	26,7	1,260		
A	30,3	1,261	-	M = A

(1) log x voor de Enchytraeidae, Nematoda, Gamasides en Eremaeidae.
log (x+1) voor de Lumbricidae, Collembola, Camisiidae en Phthiracaridae.

We zien dat de bemesting met moutkiemen de regenworm-, enchytraeiden- en saprofage aaltjespopulatie meer stimuleert dan de minerale bemesting.

WILCKE (1956, 1962), SAUERLANDT & MARZUSCH-TRAPPMAN (1959) en BASSUS (1967) stelden eveneens de toename van respektievelijk regenwormen, enchytraeiden en semi-saprofage aaltjes vast door organische bemesting.

De Gamasides-populatie was eveneens hoger in de met moutkiemen behandelde potten en ook voor de collembolen heeft men deze indruk, doch statistisch kan het niet bewezen worden.

Dat de besproken fauna door de moutkiemen-bemesting stijgt vinden we normaal voor de regenwormen, de enchytraeiden, de saprofage aaltjes en de collembolen, omdat deze voor het grootste deel voor hun voeding afhangen van rottend materiaal en de humificatie ervan verzekeren. Daarnaast vreten sommige enchytraeiden, aaltjes en semi-saprofage aaltjes bacteriën en deze laatste worden door de organische bemesting zeker gestimuleerd evenals bepaalde schimmels, waarmee meerdere collembolen zich voeden, zodat voor deze groepen de toename logisch lijkt.

De Gamasides voeden zich met al deze micro-organismen en hun toename kan hier onrechtstreeks te wijten zijn aan de bemesting. Een eventueel antagonisme Gamasides-Collembola zou eveneens kunnen verklaren waarom de collembolenpopulatie statistisch niet hoger lag bij moutkiemen dan bij Alkrisal.

Bij de organische bemesting stelden we echter geen hogere populatie vast van de Camisiidae, de Eremaeidae en de Phthiracaridiae vergeleken met de minerale bemesting. Hun voeding is waarschijnlijk onafhankelijk van goed verteerbaar eiwit. Dat Phthiracaridiae hout en rottende bladeren vreten is algemeen aanvaard (JACOT, 1936, 1939; RIHA, 1951; SCHUSTER, 1955, 1956; WALLWORK, 1958; WOOLLEY, 1960; FUHRER, 1961; HAYES, 1963).

Oppia blijkt coprofaag te zijn (WALLWORK, 1958) evenals Nothrus in sommige gevallen (WOOLLEY, 1960).

FORSSLUND (1938) neemt aan dat de Oribatei met uitzondering van de Phthiracaridiae een weinig belangrijke rol spelen in de strooiselomzetting, maar schimmelkonsumenten zijn.

NOORDHAM & VAN DER VAART-DE VLIETGER (1943) stelden eveneens vast dat de Phthiracaridiae (o.a. Hoploderma sp. = Steganacarus sp., Phthiracarus borealis en P. piger) goede eiken- en beuken-bladvreters zijn, terwijl dit ook het geval was voor Nothrus silvestris.

Over de Eremaeidae en Camisiidae zijn eerder weinig gegevens gekend.

De hier bekomen resultaten laten echter vermoeden dat ze wel degelijk een gelijkaardige rol in de dennennaaldgrond vervullen als de Phthiracaridiae.

We moeten echter ook nog vermelden dat BALOGH, DUDICH & LOKSA (1952) zoals FORSSLUND de meeste Oribatei als schimmelkonsumenten zien. In hoever dit in strijd is met vorige gegevens valt niet gemakkelijk uit te maken, gezien verterende naalden doorwoekerd zijn met schimmels.

Tabel 39

Procentuele samenstelling van de collembolenfauna

Behandeling	<u>Proisotoma minuta</u>	<u>Isotoma notabilis</u>	<u>Tullbergia krausbaueri</u>	<u>Seira domestica</u>
moutkiemen	73,7	23,4	2,2	0,7
Alkrisal	53,5	45,1	0,7	0,7
getuige	28,1	70,3	0,8	0,8
aldrin	70,1	27,6	2,3	0,0
carbaryl	66,7	0,0	33,3	0,0
DBCP	77,4	21,8	0,0	0,8
gemiddeld	63,5	34,4	1,4	0,7

De collembolenfauna was voor 97% uit Isotomidae samengesteld. Volgens GISIN (1960) komt Isotoma notabilis vooral voor in kompost die zich reeds in een verder stadium van humificatie bevindt, terwijl Proisotoma minuta vooral stikstofrijke plantenafval verkiest. Voor Proisotoma hebben we inderdaad een groter aantal in de moutkiemenreeks. Het feit dat in de getuigen vooral Isotoma voorkomt bevestigt de waarnemingen van GISIN, gezien dit substraat verder afgebroken is door de minder gestoorde fauna.

III.6.2.4. Pesticiden

De invloed van aldrin, carbaryl en DBCP op de bodemfauna is weergegeven in Tabel 40.

De bestrijding van de regenwormen met aldrin in naaldbladgrond is moeilijk te verwezenlijken, ofwel zijn zeer hoge dosissen nodig (cfr. I.6.4.1.). We hebben nochtans de indruk dat een populatie na 2 maanden toch meer als gehalveerd kan worden met een dosis van 200 g aldrin per are.

Carbaryl blijkt het meest toxische te zijn van de gebruikte middelen tegen Oligochaeta, zoals ook reeds vroeger vastgesteld (AN DER LAN, 1962; AN DER LAN & ASPOCK, 1962; ASPOCK, 1962; HEUNGENS, 1966).

De voorgeschreven DBCP-dosis bij een aaltjesaantasting halveert ongeveer de regenwormpopulatie en bevestigt onze vroegere bevindingen. Op enchytraeiden, aaltjes noch collembolen heeft aldrin aan 200 g per are enige invloed gehad. Dit is in tegenspraak met de gegevens van EHRENHARDT & SCHNEIDER (1955), SCHMITT (1956), FOX (1958) en EDWARDS & DENNIS (1960).

De invloed op mijten was eveneens gering of onbestaande. Wij moeten echter rekening houden met het feit dat de meeste literatuurgegevens slaan op de fauna uit andere gronden.

De bevindingen van ASPÖCK (1962) worden door onze resultaten in grote lijnen bevestigd. Carbaryl kan een collembolenfauna bijna uitroeien, maar is minder schadelijk voor mijten, alhoewel hier onderscheid moet gemaakt worden naargelang de familie.

Tabel 40

Invloed van aldrin (200 g/are), carbaryl (200 g/are) en DBCP (750 g/are) op de bodemfauna in de azaleakultuur (n = 64 ; monstergrootte 100 ml)

Getuige = G Aldrin = A Carbaryl = C DBCP = D	Rekenkundig gemiddelde	Logaritmisch gemiddelde (1)	k.w.v. * voor 0,05 ** voor 0,01	Besluit
Lumbricidae				
G	3,19	0,548	0,197**	G > D, A, C voor 0,01
A	1,44	0,322	0,147*	
C	0,88	0,213		
D	1,50	0,343		
Enchytraeidae :				
G	212	2,309	0,105**	D > G voor 0,05 D, A > C voor 0,01
A	249	2,382	0,079*	
C	190	2,254		
D	255	2,390		
Saprofage aaltjes				
G	160 x 50	2,142	0,143**	A, G, C > D voor 0,01
A	170 x 50	2,181	0,107*	
C	152 x 50	2,096		
D	74 x 50	1,826		
Collembola				
G	8,1	0,741	0,394**	D > A, G, C voor 0,01 A, G > C voor 0,01
A	12,6	0,926	0,295*	
C	0,2	0,049		
D	47,9	1,559		
Gamasides :				
G	76,9	1,847	0,211**	G > C, D voor 0,01 A, C > D voor 0,01
A	57,6	1,695	0,158*	
C	48,1	1,616		
D	28,1	1,392		

Camisiidae :				
G	47,9	1,467	0,362**	A, G > C, D
A	54,7	1,598	0,271*	voor 0,01
C	4,6	0,407		C > D
D	0,1	0,030		voor 0,01
Eremaeidae :				
G	42,9	1,518	0,259**	C > A voor 0,01
A	23,8	1,296	0,194*	A > G voor 0,05
C	53,3	1,615		C > D voor 0,05
D	28,4	1,418		
Phthiracaridae :				
G	41,2	1,574	0,348**	G, C, A > D
A	31,1	1,356	0,261*	voor 0,01
C	34,3	1,428		
D	7,5	0,683		

- (1) log x voor de Enchytraeidae, Nematoda, Gamasides en Eremaeidae.
 log (x+1) voor de Lumbricidae, Collembola, Camisiidae en
 Phthiracaridae.

Nothrus bleek wel erg gevoelig te zijn, hetgeen met de resultaten van STEGEMAN (1964) in grote lijnen overeenstemt.

DBCP aan 750 g per are blijkt onschadelijk te zijn voor enchytraeiden en collembolen, maar heeft naast zijn nematocidewerking eveneens een duidelijke acaricide werking.

III.6.2.5. Antagonismen

De getuigeverhouding Collembola/Gamasides 8,1 / 76,9 is na de behandeling met DBCP gestegen tot 47,9/29,1 of 17 maal. Een nog sterkere verhoudingsverandering hebben we reeds eerder vastgesteld (cfr. II.2.2.3.1.).

We stellen steeds een aanzienlijk collembolentoename vast na een DBCP-behandeling.

De oorzaak kan door meerdere hypothesen verklaard worden, die waarschijnlijk elkaar aanvullen :

- 1) de collembolenparasieten worden door DBCP sterk geremd ;
- 2) er komt meer voedsel vrij voor de collembolen, wegens het wegvallen van analoge konsumentengroepen, zoals sommige Oribatei, of door wijziging van de microflora door DBCP in voor de collembolen gunstige zin ;
- 3) de fertiliteit van de collembolen wordt door DBCP gestimuleerd.

De eerste hypotese wordt mede ondersteund door de bevindingen van KARG (1961) en SHARMA & KEVAN (1963) ; terwijl GRIGOR^e EVA (1952), BAUDISSIN (1952), SHEALS (1955, 1956) en BUAHIN & EDWARDS (1963) uit proeven tot dezelfde konklusies kwamen.

Dan zou het om een antagonisme gaan, waarvoor vooral Parholaspulus alstoni zou moeten verantwoordelijk zijn, gezien deze soort 98% uitmaakt van de roofmijtenpopulatie. Het was ook deze soort die bij het eerder vastgestelde antagonisme Gamasides-Collembola de Gamasides-populatie uitgesproken domineerde (cfr. II.2.2.3.1.). Dat enkele Macrochelidae predatoren zijn werd door WEIS-FOGH (1948), en HUGHES (1959) benadrukt.

Een tweede antagonisme wordt waargenomen bij de Eremaeidae (zie tabel 41).

Tabel 41

Procentuele samenstelling van de Eremaeidae volgens
behandeling

Behandeling	<u>Oribella</u> <u>castanea</u>	<u>Oppia nova</u>	Gemiddeld aan- tal Eremaeidae in 100ml (n=16)
Getuige	95,8 %	4,2 %	42,9
Aldrin	90,3 %	9,7 %	23,8
Carbaryl	90,6 %	9,4 %	53,3
DBCP	7,8 %	92,2 %	28,4

De Eremaeidae waren samengesteld uit 2 soorten : Oribella cas-
tanea en het veel kleinere Oppia nova.

We zien dat Oribella sterk overheerst, behalve in de potten
behandeld met DBCP waar het tegengestelde zich voordoet. Toe-
val is hier uitgesloten, gezien er 16 gelijkmatige herhalingen
zijn uit een latijns vierkant.

In de getuige-potten zijn er gemiddeld $42,9 \times 4,2\% = 1,8$ Oppia's
per 100 ml grond. Een dergelijk aantal zou als aanvangspopula-
tie kunnen gezien worden, daar de Oribatei-populatie ongeveer
gelijk is gebleven tussen juni en augustus. In de met DBCP be-
handelde potten hebben we echter gemiddeld $28,4 \times 92,2\% = 26,2$
Oppia's. Deze populatie is met andere woorden sterk toegenomen
terwijl de Oribella's zijn afgestorven.

Drie hypothesen zijn mogelijk :

- 1) de zeer specifieke werking van DBCP tegen bepaalde organis-
men ;
- 2) de heropbouw van de Oppia nova-populatie is veel sneller dan
deze van Oribella; misschien omdat de voedselkonkurrentie
zich minder scherp stelt ;
- 3) een ander antagonisme, waarschijnlijk Oppia nova - Parholas-
pulus alstoni.

Dat Parholaspulus alstoni vooral Oppia zou parasiteren is aanvaardbaar omdat ze heel wat kleiner zijn dan Oribella en aldusdanig een gemakkelijker prooi kunnen worden.

Het feit dat de enchytraeidenpopulatie niet te lijden heeft gehad van aldrin en DBCP, kan gedeeltelijk ook wel aan Parholaspulus alstoni te wijten zijn, gezien deze middelen toch toxisch zijn voor regenwormen.

III.6.3. Besluit

De azaleawortelkluit geteeld in naaldbladgrond bevat een rijke fauna, die normaal negatief binomiaal in de bodem verdeeld is. Potten behandeld met moutkiemen bevatten een rijkere saprofage nematoden-, regenworm-, enchytraeiden- en roofmijtenfauna dan deze behandeld met Alkrisal. Dit is niet het geval voor de Camisiidae, Eremaeidae en Phthiracarididae, terwijl voor Collembola twijfels bestaan.

Deze verschillen zijn waarschijnlijk te wijten aan hun voedselspecificiteit. Aldrin aan 200 g per are is weinig schadelijk voor deze fauna. Carbaryl aan deze dosis is zeer toxisch voor de regenwormen en collembolen. DBCP heeft aan 750 g per are duidelijk nematocide en acaricide eigenschappen in de bodem. Dit laatste feit zou de oorzaak kunnen zijn van het soms opbrengstverhogend effect dat DBCP heeft op de azalea, in gevallen waar geen parasitaire aaltjes worden vastgesteld.

Parholaspulus alstoni zou volgens onze resultaten een sterke predator zijn. De vastgestelde antagonismen wijzen erop dat collembolen en Oppia nova als prooien in aanmerking zijn gekomen, maar enchytraeiden kunnen we niet uitsluiten.

III.7. DE INVLOED VAN 5 VERSCHILLENDE ORGANISCHE MESTSTOFFEN OP DE BODEM- FAUNA IN DE AZALEATEELT

III.7.1. Inleiding

De invloed van organische meststoffen op de bodemfauna werd relatief weinig bestudeerd. WILCKE (1956 en 1962), SAUERLANDT & MARZUSCH-⁽¹⁹⁶⁷⁾ TRAPPMAN (1959) en BASSUS^V stelden respectievelijk een toename van regenwormen, enchytraeiden en semi-saprofage aaltjes vast na een organische bemesting.

In vorige proef waren geen onbemeste objecten opgenomen, zodat we niet met zekerheid konden uitmaken of er een populatieverhogend effect te wijten aan de moutkiemen of een populatiedrukking door het Alkrisal werd vastgesteld. In deze proef hebben we de invloed van in de azaleateelt gebruikte organische meststoffen op de bodemfauna willen nagaan.

III.7.2. Materiaal en Methoden

Azalea indica cultivar "Mad. De Paepe" werd gepot in nieuwe naaldbladgrond (Pinus-strooisel). De potinhoud bedroeg 0,75 liter.

De planten werden bemest in midden mei en juni; zodanig dat iedere plant 0,5 g stikstof in tweemaal ontving, na rekening gehouden te hebben met het "vochtgehalte" en "stikstofgehalte na droging" van de verschillende handelsprodukten.

De ontledingen van de meststoffen na droging bij 105°C gaven de resultaten samengevat in tabel 42.

Tabel 42

Ontledingsresultaten van de gebruikte organische meststoffen

Meststoffen	% droge stof	% stikstof	% as
Ricinusmeel	90,5	6,13	8,7
Orgamé	85,0	5,72	30,8
Moutkiemen	88,5	4,82	8,3
Cacao-afval-kalk	73,0	2,86	80,4
Gedroogde stalmest (grondverbeteraar)	75,5	2,84	17,1

Voor de grondmonsternamen, de extraktiemethode en de verzamelde fauna verwijzen we naar het begin van dit hoofdstuk.

Het geheel betreft een blokkenproef met 10 herhalingen per behandeling (totaal 60 potten).

III.7.3. Resultaten

Begin augustus werd de kroondiameter van de planten gemeten.

Het resultaat is samengevat in tabel 43.

Tabel 43

Kroondiameter en gemiddelde kwaliteit (max. 10) van Azalea indica naargelang de toegepaste organische meststof (dosis 0,5 g stikstof/plant)

	diameter	kwaliteit
Getuige	24,9 cm	7,2
Ricinusmeel	27,5 cm	9,0
Orgamé	26,4 cm	9,0
Moutkiemen	27,1 cm	9,0
Cacao-afval-kalk	25,7 cm	8,4
Gedroogde stalmest (Grondverbeteraar)	26,1 cm	7,8
Berekende F-waarde	5,17	<1
k.w.v.	0,4 cm (0,05)	-
	0,5 cm (0,01)	-

Ongetwijfeld hebben de stikstofrijke organische meststoffen een duidelijke invloed op de kroondiameter van de azaleas. Bovendien genieten die met een laag asgehalte de voorkeur.

Ook aan de invloed op de kwaliteit dient niet getwijfeld te worden. Het feit dat er in de getuigen 60 % magere of ijle planten voorkwamen, t.o.v. geen bij ricinus, orgamé en moutkiemen en respectievelijk 20 % bij cacao-afval-kalk en 40 % bij gedroogde stal-mest spreekt voor zichzelf.

De gegevens betreffende de fauna staan vermeld in de tabellen 44 en 45.

Tabel 44

De procentuele samenstelling van de collembolenfauna (resultaat uit steekproeven op een totaal van 3.213 collembolen)

Onychiuridae 4,10 %

- *Onychiurus hortensis* GISIN 2,02 %
- *Tullbergia krausbaueri* BORNER 1,74 %
- *Tullbergia callipygos* BORNER 0,34 %

Isotomidae 94,92 %

- *Folsomia quadrioculata* TULLBERG 0,03 %
- *Folsomia multiseta* STACH 0,19 %
- *Folsomia fimetarioides* AXELSON 0,12 %
- *Isotomiella minor* SCHÄFFER 1,52 %
- *Proisotoma minuta* TULLBERG 1,93 %
- *Proisotoma minima* ABSOLON 0,78 %
- *Isotoma notabilis* SCHÄFFER 90,34 %

Entomobryidae 0,22 %

- *Seira domestica* NICOLET 0,19 %
- *Lepidocyrtus cyaneus* TULLBERG 0,03 %

Sminthuridae

- *Neelus minimus* WILLEM 0,75 %

We zien duidelijk dat de collembolenfauna door *Isotoma notabilis* (90 %) wordt gedomineerd.

Tabel 45

De procentuele samenstelling van de mijtenfauna op een
totaal van 23.864

Gamasides (25,67 %)

- Macrochelidae
 - Parholaspulus alstoni EVANS 25,04 %
- Veigaiidae
 - Veigaia sp.
- Parasitidae
 - Pergamasus sp.
- Laelaptidae
 - Evimirus uropodinus BERLESE 0,13 %

Uropodina (1,58 %)

- Uropodidae
 - Uropoda minima HIRSCHMANN 1,58 %

Prostigmata (1,57 %)

- Pachygnathidae
 - Bimichaelia diadema GRANDJEAN 1,44 %
- Cunaxidae
 - Cunax sp. 0,13 %

Oribatei (71,16 %)

- Hypochthoniidae
 - Eniochthonius grandjeani VAN DER HAMMEN 0,77 %
- Camisiidae 30,46 %
 - Camisia segnis HERMANN 0,01 %
 - Nothrus silvestris NICOLET 30,45 %
- Eremaeidae
 - Oribella lanceolata MICHAEL 3,07 %
- Carabodidae 1,00 %
 - Tectocephus velatus MICHAEL 0,83 %
 - Cepheus cepheiformes NICOLET 0,10 %
 - Odontocephus elongatus MICHAEL 0,07 %

- Scheloribatidae
 - Scheloribates confundatus SELLNICK 0,78 %
- Galumnidae
 - Galumna sp. 0,63 %
- Phthiracaridae 25,80 %
 - Steganacarus striculus C.L. KOCH 9,78 %
 - Phthiracarus piger SCOPOLI 0,13 %
 - Phthiracarus borealis TRÄGARDH 15,89 %
- Euphthiracaridae
 - Pseudotritia minima BERLESE 8,78 %
- Juveniele Oribatei 0,47 %

De mijtenfauna is zoals tabel 45 aantoont hoofdzakelijk uit 5 soorten samengesteld :

Parholaspulus alstoni (25 %), Nothrus silvestris (30 %),
Steganacarus striculus (10 %), Phthiracarus borealis (16 %)
 en Pseudotritia minima (9 %).

Voor de samenstelling van de regenwormen en enchytraeiden verwijzen we naar onze vorige vaststellingen (I.2.4.4.; II.2.2.2. en III.6.2.2.).

Voor de invloed van de meststoffen op de wormen zie tabel 46.

Tabel 46

Aantal regenwormen, enchytraeiden en saprofage nematoden per 100 ml naaldbladgrond 3 maanden na organische bemesting in de azaleateelt (dosis 0,66 g stikstof per liter substraat)

	Getui- ge	Ricinus meel	Orgamé	Mout- kie- men	Kakao- afval- kalk	Gedroog- de stal- mest	F
<u>regenwormen</u>							
\bar{x}	2,1	3,6	4,1	3,1	3,2	3,6	
$1/n \leq \log(x+1)$	0,428	0,563	0,657	0,568	0,548	0,613	< 1
<u>enchytraeiden</u>							
\bar{x}	138,6	178,5	146,0	177,3	147,1	173,4	
$1/n \leq \log x$	2,123	2,209	2,147	2,211	2,144	2,231	< 1
<u>nematoden</u>							
$\bar{x}/25$	139,2	409,3	232,1	299,7	203,7	169,4	
$1/n \leq \log x/25$	2,128	2,603	2,336	2,442	2,300	2,213	15,11*
F-tabel (0,05) = 2,38 *k.w.v. 0,122 (0,01) = 3,37 0,146							

Er waren geen statistische verschillen tussen de getuigen en de behandelingen voor de regenwormen en enchytraeiden; nochtans merken we op dat het gemiddelde bij de getuigen heel wat lager ligt.

De invloed van de organische bemesting op de saprofage nematodenfauna is statistisch aanzienlijk te noemen. Behalve de gedroogde stalmest gaven al de andere organische meststoffen een hoger aaltjes-aantal met 0,01 waarschijnlijkheid; maar ook binnen de meststoffen zelf zijn er nog grote verschillen.

Voor de invloed van de meststoffen op de Mikroarthropoda zie tabel 47.

Tabel 47

Aantal mikroarthropoden per 100 ml naaldbladgrond 3 maanden
na organische bemesting in de azaleateelt (dosis 0,66 g
stikstof per liter substraat

	Getui- ge	Ricinus meel	Orgamé	Mout- kie- men	Kakao- afval- kalk	Gedroog- de stal- mest	F
<u>Collembola</u>							
\bar{x}	98,6	137,6	148,9	145,0	209,9	90,9	
$1/n \leq \log x$	1,972	2,097	2,144	2,140	2,263	1,927	3,44*
<u>Gamasides</u>							
\bar{x}	118,1	117,1	122,9	161,1	144,8	101,9	
$1/n \leq \log x$	2,039	2,029	2,087	2,172	2,152	1,994	1,77
<u>Uropodina</u>							
\bar{x}	7,3	6,1	8,5	7,4	8,9	9,1	
$1/n \leq \log x$	0,755	0,687	0,888	0,784	0,927	0,895	<1
<u>Prostigmata</u>							
\bar{x}	6,1	13,0	6,3	5,9	6,4	9,3	
$1/n \leq \log x$	0,695	0,937	0,714	0,647	0,708	0,906	1,14
<u>Hypochothoniidae</u>							
\bar{x}	3,1	3,9	5,0	4,0	3,0	4,0	
$1/n \leq \log(x+1)$	0,503	0,602	0,739	0,675	0,560	0,610	<1
<u>Camisiidae</u>							
\bar{x}	159,9	124,4	150,5	165,9	173,6	134,5	
$1/n \leq \log x$	2,181	1,982	2,174	2,190	2,206	2,100	1,57
<u>Eremaeidae</u>							
\bar{x}	15,3	18,3	15,0	14,1	11,9	17,0	
$1/n \leq \log x$	1,141	1,205	1,132	1,094	0,996	1,174	<1
<u>Carabodidae</u>							
\bar{x}	4,5	5,5	5,4	4,5	5,0	5,1	
$1/n \leq \log x$	0,518	0,632	0,637	0,611	0,542	0,650	<1
<u>Notaspididae</u>							
\bar{x}	5,5	2,3	4,4	4,4	3,5	4,1	
$1/n \leq \log x$	0,581	0,260	0,550	0,590	0,342	0,502	1,28
<u>Phthiracaridae</u> (1)							
\bar{x}	174,4	138,4	164,1	209,5	183,1	162,1	
$1/n \leq \log x$	2,221	2,117	2,200	2,293	2,243	2,197	2,69*

(1) = waaronder Euphthiracaridae

F-tabel (0,05) = 2,44 ; (0,01) = 3,49.

* k.w.v. (0,05) : Collembola = 0,188 ; Phthiracaridae = 0,100

We konstateren dat er meer collembolen waren in de potten bemest met kakao-afvalkalk, orgamé en moutkiemen dan in de gedroogde stal mest behandelingen en de getuigen, ten minste t.o.v. kakao-afvalkalk. Het feit dat er meerdere interacties met andere organismen mogelijk zijn is misschien de reden dat de resultaten niet volkomen kunnen verklaard worden. We hebben de indruk dat de rijke stikstofmeststoffen en kakao-afvalkalk de collembolenfauna doen toenemen.

De mijten werden op uitzondering van Phthiracaridiae niet door de behandelingen beïnvloed. Bij deze laatste familie is de invloed niet te wijten aan de bemesting, maar specifiek aan Ricinusmeel, waarin de populatie lager was. We menen hierin een bewijs te zien dat de Oribatei voor hun voeding geen gemakkelijk verteerbaar eiwit nodig hebben.

Deze resultaten bevestigen vrij goed onze vorige waarnemingen met moutkiemen. Een volledige vergelijking is echter niet mogelijk in die zin dat in de vorige proef moutkiemen met de anorganische meststof "Alkrisal" werd vergeleken en dat nu slechts circa 15 g moutkiemen per liter substraat werd toegediend tegen 20 g in vorige proef. Dat de generatieduur voor sommige organismen in dit milieu te lang zou zijn om verschillen tussen de behandelingen te kunnen vaststellen menen we te mogen negeren, daar de mogelijkheid voor een statistische toename door onze vorige proeven duidelijk werden geïllustreerd voor de Enchytraeidae, Nematoda, Collembola, Gamasides en Oppia. Dezelfde ervaringen hebben we opgedaan voor de Lumbricidae. Er is ook geen volledige generatieduur vereist ; het volstaat dat de milieuomstandigheden ten gunste worden gewijzigd opdat meer juvenielen zouden uitgroeien en de populatiedichtheid verhogen. De hoge en konstante vochtigheid in dit milieu, evenals de hogere temperatuur in de serren en het tijdstip van het jaar kunnen hier wel zeer voordelig op de generatieduur inwerken.

III.8. DE INVLOED VAN 8 VERSCHILLENDE PESTICIDEN OP DE BODEMFAUNA IN DE AZALEATEELT

III.8.1. Materiaal en methoden

Een potproef in de vorm van een "latijns vierkant" (9x9) werd einde mei in een serre aangelegd met éénjarige "Azalea indica"cultivar "Perle de Noisy". De planten werden geteeld in verse naaldbladgrond (Pinus-strooisel) in potten met een inhoud van 750 ml. De kultuur verliep zoals gebruikelijk.

Volgende produkten en dosissen werden gebruikt :

Rogor L 40 (38% dimethoat)	2,5 mg	aktief produkt	per liter	potinhoud					
Undeen (50% propoxur)	5 mg	"	"	"	"	"	"	"	"
Kelthane (48% dicofol)	5 mg	"	"	"	"	"	"	"	"
Nemafos 4 E(46% thionazin)	5 mg	"	"	"	"	"	"	"	"
Temik 10 G (10% aldicarb)	3 mg	"	"	"	"	"	"	"	"
Bulbosan (5% TCTNB)	200 mg	"	"	"	"	"	"	"	"
Thiomersal(100% thiomersalate)	200mg	"	"	"	"	"	"	"	"
Kopersulfaat (Cu So ₄ .5H ₂ O)	400 mg	Cu ⁺⁺ -ionen	"	"	"	"	"	"	"

De produkten werden in opgeloste vorm aan de planten toegediend.

Na 15 weken werden de potten op regenwormen,, enchytraeiden, aaltjes, mijten en collembolen onderzocht. Per pot werden 3 monsters genomen, één voor de Oligochaeta, één voor de Microarthropoda en één voor de Nematoda.

Voor de monsternamen verwijzen we naar III.2.

De bekomen gegevens toonden aan dat al de organismen in "aggregaten" voorkwamen (DEBAUCHE, 1958 & 1962 ; ANDERWARTHA, 1961 ; GREIG-SMITH, 1964 ; CANCELA DE FONSECA, 1965- & 1966).

De resultaten werden met behulp van een komputer getransformeerd naar de log (x+1)- vorm en statistisch verwerkt.

De verschillen tussen de behandelingen werden met behulp van het "kleinste wezenlijk verschil" vastgesteld ; alhoewel ook de Duncan-toets (1955) werd berekend. Deze laatste is echter om praktische redenen niet in de tabellen opgenomen, o.a. omdat de besluiten voor beide toetsen niet essentieel verschillen.

III.8.2. Resultaten en bespreking

III.8.2.1. Invloed van de behandelingen op de planten

De azaleaopbrengst is afhankelijk van de kroondiameter en de kwaliteit van de planten. Om de kroondiameter vast te stellen meten we de planten met behulp van ringen. De kwaliteit is echter een meer subjectieve waarde, die samen met de kweker werd bepaald. Tabel 48 geeft de kroondiameters en de kwaliteit van de azaleas naargelang de behandeling.

Tabel 48

De kroondiameter van de azaleas (cm) en de kwaliteit naargelang de behandeling

Produkt	dosis per liter substraat	gemiddelde kroondiameter(cm)	gemiddelde kwa- liteit (max.10)
getuige		27,9	8,2
dimethoaat	2,5 mg	27,3	7,6
propoxur	5 mg	27,4	8,2
dicofol	5 mg	28,4	8,4
thionazin	5 mg	28,2	8,1
aldicarb	3 mg	26,9	7,6
kopersulfaat	400 mg Cu ⁺⁺	27,0	7,3
TCTNB	200 mg	28,0	7,9
thiomersalaat	200 mg	23,0	1,4
F-waarde		22,15**	35,35**
k.w.v. 0,05*		1,0	1,0
0,01**		1,3	1,4

We konstateren dat de thiomersalate-behandeling sterk afwijkt in kroondiameter en kwaliteit van de rest. Deze behandeling was duidelijk fytotoxisch met als gevolg een slecht wortelgestel, necrose- en chloroseverschijnselen. Het substraat was zeer weinig afgebroken,

hetgeen op een vergaande sterilisatie van de bodem wijst. De bodemfaunistische resultaten bevestigen dit eveneens. De andere behandelingen verschillen eerder weinig van elkaar. We menen nochtans dat de dicofol-behandeling met de grootste diameter en de beste kwaliteit verder in de praktijk zou moeten uitgetest worden, omdat een gemiddeld verschil van een halve cm voor een grote partij planten financieel interessant is, alhoewel de dicofol-behandelingen niet verschilden van de getuige.

III.8.2.2. Faunistische samenstelling

De faunistische samenstelling is afhankelijk van het substraat en het milieu. De fauna is dus gedeeltelijk typisch voor het zure luchtige organisch rijke naaldbladdrondsubstraat. Zoals aangetoond heeft de azalearhizosfeer een aanzienlijk aandeel in de populatiegrootte, zonder van de invloed van het warmere en konstant vochtige serreklimaat en de regelmatige begietingen, die deze vochtigheidstoestand in stand houdt, te gewagen. Het milieu heeft aldus kwalitatieve verschillen voor gevolg.

Samengevat kan vermeld worden dat terug de Dendrobaena-soorten octaedra, attemsi en rubida samen met Lumbricus rubellus de regenwormfauna domineren en dat bij de Enchytraeidae Cognettia sphagnetorum uitgesproken de dominante soort is.

Bij de nematoden kwamen geen stekeldragende soorten voor, behalve enkele Tylenchus en Psilenchus. We vinden hoofdzakelijk de saprofage en semi-saprofage fauna volgens BASSUS (1967).

Voor de samenstelling van de mijten- en collembolenfauna verwijzen we naar de tabellen 49 en 50. Bij deze samenstelling werd geen rekening gehouden met de verschillen binnen de behandelingen.

Tabel 49

Procentuele samenstelling van de mijtenfauna op een totaal
van 25.568

Gamasides

Macrochelidae

Parholaspulus alstoni EVANS 21,78 %

Laelaptidae

Evimirus uropodinus BERL. 0,30 %

Hyletastes sp. 0,004%

Veigaiiidae

0,82 %

Parasitidae

0,15 %

Zerconina

Zerconidae

Zercon sp. 0,02 %

Uropodina

Uropodidae

Uropoda minima HIRSCHM. 1,10 %

Prostigmata

Cunaxidae

Cunaxa sp. 0,06 %

Pachygnathidae

Bimichaelia diadema GDJ. 0,77 %

Oribatei

Hypochniidae

Hypochniella pallidula SELLN. 0,44 %

Hypochnionius rufulus C.L. KOCH 0,02 %

Camisiidae

Camisia spinifer C.L. KOCH 0,01 %

Nothrus silvestris NIC. 26,84 %

Platynothrus peltifer C.L. KOCH 0,40 %

Belbidae

Belba sp. 0,01 %

Eremaeidae

Oribella castanea WILLM. 2,86 %

Oppia nova OUD. 0,71 %

Suctobelba sp. 0,22 %

Ceratoppia sp. 0,01 %

Carabodidae

Tectocephus velatus MICH. 0,65 %

Odontocephus elongatus MICH. 0,16 %

Cepheus cepheiformis NIC. 0,07 %

Liacaridae

Adoristes ovatus C.L. KOCH 0,01 %

Scheloribatidae

Scheloribates confundatus SELLN. 1,63 %

Ceratozetidae

Chamobates cuspidatus MICH. 0,10 %

Trichoribates sp. 0,004%

Galumnidae

Galumna sp. 0,05 %

Phthiracaridae

Steganacarus striculus C.L. KOCH 14,12 %

Phthiracarus borealis TRÄG. 14,90 %

Phthiracarus piger SCOP. 0,09 %

Euphtiracaridae

Pseudotritia minima BERL. 11,53 %

Juveniele mijten

0,16 %

We konstateren dat Parholaspulus alstoni, Nothrus silvestris, Steganacarus striculus, Phthiracarus borealis en Pseudotritia minima samen 89 % van de mijtenfauna uitmaken.

Tabel 50

Procentuele samenstelling van de collembolenfauna
(resultaat van steekproeven op een totaal van 475)

<u>Onychiuridae</u>	
Onychiurus hortensis GISIN	3,8 %
Tullbergia krausbaueri BÖRNER	5,1 %
Tullbergia callipygos BÖRNER	0,4 %
<u>Isotomidae</u>	
Folsomia fimetaria L.	0,4 %
Folsomia multiseta STACH	0,4 %
Isotomiella minor SCHÄFFER	2,5 %
Proisotoma minuta TULLBERG	0,4 %
Isotoma notabilis SCHÄFFER	86,3 %
<u>Entomobryidae</u>	
Seira domestica NICOLET	0,2 %
Lepidocyrtus lanuginosus GMELIN	0,2 %
Willowsia buski LUBBOCK	0,2 %

Tabel 50 toont aan dat Isotoma notabilis een uitgesproken belangrijk aandeel heeft in deze collembolenpopulatie. In belangrjkheid volgen Tullbergia krausbaueri en Onychiurus hortensis.

III.8.2.3. Invloed van de pesticiden op de fauna

De invloed van insecticiden op de fauna werd door meerdere onderzoekers bestudeerd. Het onderzoek bleef echter nogal beperkt tot de gechlloreerde K.W.S. en de eerste fosforesters. Vrij uitgebreid voor regenwormen werd hierop ingegaan in hoofdstuk I. Voor de werking van aaltjesdodende middelen verwijzen we naar gespecialiseerde tijdschriften.

De invloed van de hier gebruikte middelen op de bodemfauna werd in 3 tabellen samengevat. Tabel 51 geeft de invloed op de wormfauna, tabel 52 op Oribatei en tabel 53 op de andere mijtengroepen en collembolen.

Tabel 51

De invloed na 10 weken van de pesticiden op de nematoden-
en oligochaetenfauna in de azaleakultuur (monstertergrootte
100ml voor Lumbricidae en Enchytraeidae en 4 ml voor
de Nematoda)

Behandeling (1)	Gemiddelden (2)	Nematoda	Lumbricidae	Enchytraeidae
getuige	Rek.	97,3	3,0	92,2
	Log.	1,947	0,554	1,923
dimethoaat	Rek.	95,4	3,4	72,1
	Log.	1,961	0,601	1,806
propoxur	Rek.	105,8	0,9	71,9
	Log.	1,984	0,245	1,811
dicofol	Rek.	101,0	3,1	64,6
	Log.	1,989	0,545	1,777
thionazin	Rek.	72,0	0,2	37,2
	Log.	1,849	0,067	1,510
aldicarb	Rek.	96,9	3,2	92,4
	Log.	1,870	0,607	1,927
kopersulfaat	Rek.	86,4	0,6	54,6
	Log.	1,914	0,134	1,707
TCTNB	Rek.	87,3	1,7	71,7
	Log.	1,904	0,319	1,814
thiomersalaat	Rek.	85,0	0,4	13,1
	Log.	1,911	0,106	0,929
F-waarde		1,12	8,84**	17,85**
k.w.v. 0,05*		0,130	0,214	0,208
0,01**		0,173	0,285	0,277
(1) voor de dosis zie tabel 48				
(2) Log. = $1/n \leq \log(x+1)$.				

Tabel 51 toont aan dat bij de nematoden geen verschillen werden waargenomen. Gezien het hier een saprofage fauna met korte levenscyclus betreft is het niet uitgesloten dat er verschillen geweest zijn, die echter na 10 weken genivelleerd zijn. Bij de regenwormen blijkt thionazin aan 1 g/m^2 zeer sterk regenwormdodend te zijn, maar thiomersalate, kopersulfaat en propoxuur liggen statistisch niet onder.

Voor de enchytraeiden was thiomersalate ongetwijfeld het schadelijkst, gevolgd door thionazin en kopersulfaat.

De invloed van kopersulfaat op aaltjes werd door De Maeseneer (1967) nagegaan. Voor 400 ppm Cu^{++} , de met onze proeven overeenstemmende dosis, stelde hij na 7 weken 53 % dode saprofage aaltjes vast, terwijl tabel 51 slechts 11% aantoonde. We vermoeden dat de verschillen te wijten zijn aan het substraat.

Uit tabel 52 kunnen we afleiden dat de weinig vertegenwoordigde Scheloribates anders hebben gereageerd dan de 4 andere Oribatei-vertegenwoordigers.

Vershillen worden bij Scheloribates praktisch niet vastgesteld. Op al de andere Oribatei heeft thiomersalate een mortaliteit van 99% veroorzaakt. Thionazin, aldicarb en kopersulfaat zijn de andere pesticiden met de grootste toxische invloed op de Oribatei, alhoewel deze laatste middelen in tegenstelling met thiomersalate de mijtenpopulatie slechts gehalveerd hebben.

Tabel 52

De invloed na 10 weken van de pesticiden op de Oribatei in
de azaleakultuur (monster grootte 100 ml)

Behandeling (1)	Gemiddel- den (2)	Nothrus	Oribella	Schelori- bates	Pseudo- tritita	Phthira- varidae
getuige	Rek.	135,4	23,3	5,0	68,1	135,6
	Log.	2,049	1,777	0,606	1,759	2,093
dimethoaat	Rek.	105,3	8,8	7,6	35,7	90,2
	Log.	2,004	0,830	0,776	1,552	1,948
propoxur	Rek.	131,8	13,9	4,4	29,4	110,9
	Log.	2,098	0,953	0,646	1,417	2,012
dicofol	Rek.	124,0	9,3	7,7	34,8	145,6
	Log.	2,045	0,862	0,759	1,486	2,145
thionazin	Rek.	16,7	7,4	5,6	21,3	51,6
	Log.	1,028	0,713	0,687	1,075	1,603
aldicarb	Rek.	58,7	6,2	9,8	26,6	68,8
	Log.	1,696	0,581	0,804	1,232	1,783
kopersulfaat	Rek.	67,0	4,1	2,9	27,8	93,4
	Log.	1,781	0,379	0,449	1,382	1,941
TCTNB	Rek.	123,1	8,2	1,6	83,9	129,9
	Log.	2,085	0,590	0,340	1,849	2,108
thiomersalaat	Rek.	0,4	0,1	2,0	0,1	0,9
	Log.	0,134	0,033	0,351	0,033	0,198
F-waarde		47,31**	4,15**	2,13*	26,54**	62,34**
k.w.v.						
0,05*		0,273	0,467	0,349	0,294	0,219
0,01**		0,364	0,621	0,464	0,391	0,291

(1) voor de dosis zie tabel 48.

(2) Log. = $1/n \sum \log(x+1)$.

Tabel 53

De invloed na 10 weken van de pesticiden op de collembolen en mijten in de azaleakultuur (monster grootte 100 ml)

Behandeling (1)	Gemiddelden (2)	Collembola	Parholaspulus	Uropoda	Bimichaelia
getuige	Rek.	63,6	95,2	4,4	2,8
	Log.	1,757	1,958	0,672	0,350
dimethoaat	Rek.	125,4	81,4	4,3	4,4
	Log.	2,027	1,895	0,638	0,418
propoxur	Rek.	72,7	54,0	4,1	2,1
	Log.	1,812	1,710	0,612	0,340
dicofol	Rek.	66,7	74,7	5,4	3,9
	Log.	1,786	1,869	0,737	0,446
thionazin	Rek.	9,6	42,2	0,0	0,6
	Log.	0,781	1,610	0,000	0,153
aldicarb	Rek.	86,4	90,4	1,9	6,4
	Log.	1,813	1,946	0,344	0,726
kopersulfaat	Rek.	45,3	66,2	1,9	1,1
	Log.	1,613	1,784	0,409	0,259
TCTNB	Rek.	54,0	102,3	5,7	0,6
	Log.	1,692	1,979	0,662	0,134
thiomersalaat	Rek.	1,3	12,3	3,3	0,2
	Log.	0,326	1,073	0,403	0,053
F-waarde		38,32**	25,32**	4,53**	38,32**
k.w.v.					
0,05*		0,259	0,160	0,310	0,330
0,01**		0,344	0,213	0,412	0,438
(1) voor de dosis zie tabel 48.					
(2) Log. = $1/n \sum \log(x+1)$.					

Tabel 53 bevestigt de resultaten van tabel 52. Thiomersalaat vooral en daarnaast thionazin hebben de grootste toxische invloed op de microarthropoda gehad. We konstateren dat terug praktisch geen statistische verschillen kunnen vastgesteld worden op de weinig vertegenwoordigde mijtengroepen zoals Uropoda en Prostigmata.

III.8.2.4. Korrelatieberekening tussen azaleaopbrengst en de verschillende organismenpopulaties

Om uit te maken welke invloed bepaalde faunakomponenten zouden kunnen hebben op de groei en de kwaliteit van azalea hebben we beroep gedaan op de korrelatieberekening (SNEDECOR & COCHRAN, 1967).

Tussen de kroondiameter en de kwaliteit enerzijds en al de goed vertegenwoordigde dierlijke organismen anderzijds werd de korrelatie berekend (voor deze laatste op de getransformeerde gegevens). Bij de berekening werd echter de behandeling thiomersalate niet meegerekend, omdat deze teveel afwijkt van de overige waarnemingen. Voor de resultaten zie tabel 54.

Tabel 54

Korrelatiekoefficienten tussen de verschillende organismen, na $\log(x+1)$ -transformatie en de kroondiameter en de kwaliteit van de azaleas

Organismen	kroondiameter	kwaliteit
Lumbricidae	-0,130	-0,008
Enchytraeidae	-0,236*	-0,155
Nematoda (saprofagen)	0,026	-0,073
Parholaspulus	-0,011	0,033
Uropoda	0,026	-0,019
Bimichaelia	0,025	0,040
Nothrus	-0,133	0,051
Oribella	0,154	0,183
Scheloribates	-0,029	-0,073
Phthiracaridae (1)	0,004	0,026
Pseudotritia	-0,012	0,041
Collembola	0,181	-0,088

(1) *Steganacarus* + *Phthiracarus*
 (*) significant voor 0,05.

Tabel 54 toont aan dat alleen de korrelatiekoëfficiënt tussen Enchytraeidae en de kroondiameter significant was. Gezien het berekend aantal korrelatiekoëfficiënten en de gekozen drempelwaarde dient hiëraan echter geen overdreven belang gehecht te worden. Het feit dat de thiomersalate-behandeling niet kan meegerekend worden laat ook deze interpretatie van haar waarde verliezen.

Algemeen hebben we de indruk dat de saprofage bodemfauna in verse naaldbladgrond de kroondiameter noch de kwaliteit van de azalea beïnvloed.

III.8.2.5. Korrelatieberekening tussen de verschillende organismenpopulaties

De korrelatieberekening tussen de verschillende organismenpopulaties wordt door tabel 55 gegeven. In de eerste plaats werd gezocht naar aanduidingen die wijzen op prooi- predator-eigenschappen in verband met de roofmijt Parholaspulus. Korrelaties in die zin werden echter niet vastgesteld.

Op de tweede plaats werd de korrelatie berekend tussen de wormfauna onderling. Hier kwam vast te staan dat de enchytraeiden noch met de regenwormen, noch met de aaltjes gekorreleerd waren. Tenslotte werden sterk uitgesproken positieve korrelaties vastgesteld tussen de mijtengroepen onderling. We vermelden : Parholaspulus met de Uropoda, Nothrus, Phthiracaridae en Pseudotritia en Nothrus met beide laatste en deze onderling.

Tabel 55

Korrelatiekoefficienten tussen de verschillende organismen
na $\log(x+1)$ -transformatie.

	Parholaspulus	Enchytraeidae	Phthiracaridae	Nothrus
Lumbricidae	0,394**	0,199		
Enchytraeidae	0,253*			
Nematoda (saprofagen)	0,138	0,193		
Uropoda	0,304**			
Bimichaelia	0,241*			
Nothrus	0,430**			
Platynothrus	-0,137			-0,001
Oribella	0,226			
Oppia	0,006			
Scheloribates	-0,139			
Pseudotritia	0,493**		0,704**	0,717**
Phthiracaridae(1)	0,496**			0,778**
Collembola	0,535**			
(1) Steganacarus + Phthiracarus				
(*) significant voor 0,05				
(**) significant voor 0,01.				

III.9. SAMENVATTING

We hebben enerzijds aangetoond dat voor de verzameling van de microarthropoda in naaldbladgrond de **TULLGREN**-methode minstens evenwaardig is aan deze van KEMPSON. We menen anderzijds dat voor het aanleggen van bodemfaunistische potproeven de monsternamen met behulp van potsektoren het meest aangewezen is (100 ml per pot).

De bemonsteringen hebben aangetoond dat de bodemfauna in de azaleateelt in zeer sterke mate in "aggregaten" voorkomt.

De verschillende proeven tonen aan, dat de naaldbladgrond op het einde van het eerste jaar in de serre een rijke en verscheiden mijtenfauna bevat, waarin enkele soorten opvallend domineren. In de eerste plaats de roofmijt Parholaspulus alstoni (21-34%) en één Nothrus-soort

(silvestris ofwel pratensis 17-30%), daarna volgen de 3 Phthiracaridae-soorten : Steganacarus striculus, Phthiracarus borealis en Pseudotritia minima, welke samen 18 tot 40% van de mijtenfauna innemen. Tenslotte kunnen ook de Eremaeidae : Oribella castanea of Oppia nova een behoorlijk aandeel hebben (tot 17%).

Bij de collembolen is Isotoma notabilis gewoonlijk de dominerende soort (34-90%). Door invloed van behandelingen kunnen anderen dominant worden (zoals Proisotoma minuta tot 64%, cfr. II.6.2.3.).

Voor de wormfauna verwijzen we naar de eerste hoofdstukken.

De eerste bemestingsproef toont aan dat de organische meststof (mout-kiemen) de regenworm-, enchytraeiden- en saprofage aaltjespopulatie meer stimuleert dan de minerale meststof (Alkrisal). Dit was eveneens het geval voor de Gamasides en men heeft ook dezelfde indruk voor de collembolen, doch statistisch kon het niet bewezen worden.

De tweede bemestingsproef bewijst een uitgesproken verschil tussen de getuigepercelen en deze bemest met organische meststoffen voor de saprofage aaltjes, echter niet voor de regenwormen en enchytraeiden alhoewel de getuigepercelen er duidelijk minder bevatten. Het collembolenaantal was nu duidelijk beïnvloed door de bemesting.

De tweede proef bevestigt het feit dat de Oribatei-populaties niet toenemen na een organische bemesting, waarin we een bewijs zien dat ze voor hun voeding geen gemakkelijk verteerbaar eiwit nodig hebben.

Het feit dat er bij dergelijke proeven meerdere interacties tussen organismen mogelijk zijn, is waarschijnlijk de reden waarom bepaalde resultaten niet volkomen kunnen verklaard worden. Zonder deze interacties vermoeden we dat de resultaten duidelijk zouden bewijzen dat de saprofage wormfauna door een organische bemesting in aantal toeneemt, evenals de collembolen en roofmijten; beide laatste groepen echter onrechtstreeks als gevolg van respectievelijk het toenemend aantal schimmels en prooien. De invloed van pesticiden op de bodemfauna in naaldbladgrond blijkt in het algemeen voor de gebruikte dosissen gering te zijn.

Voor de gebruikte pesticiden en dosissen kunnen we volgende samenvatting geven.

De regenwormen zijn gevoelig voor de methylcarbamaten carbaryl en propoxur, voor thionazin en kopersulfaat. Voor de enchytraeiden bleek thionazin het schadelijkst. Duidelijke populatiedrukking werd bij de saprofage nematodenfauna niet vastgesteld. De collembolen zijn van de bemonsterde organismen de gevoeligste voor pesticiden : carbaryl en thionazin bleken het schadelijkst ; doch ook sterke populatietoename werden vastgesteld, waarbij deze na een DBCP-behandeling het meest typisch zijn. Voor de mijten in het algemeen was DBCP het meest toxisch, maar vooral Nothrus is er gevoelig voor, evenals voor thionazin en carbaryl. Van al de gebruikte middelen was thiomersalate veruit het schadelijkst voor de bodemfauna; daar het echter ook sterk fytotoxisch is bij de gebruikte dosis kan het voor de praktijk niet in aanmerking komen.

Twee opvallende populatieverschuivingen tussen Parholaspulus-Collembola en Oribella-Oppia werden vastgesteld. Parholaspulus alstoni zou volgens onze resultaten een sterke predator zijn. De vastgestelde verhoudingen in bepaalde behandelingen wijzen erop dat collembolen en de kleine Oppia-mijt als prooien in aanmerking komen, maar enchytraeiden kunnen niet uitgesloten worden.

Tenslotte werden sterk uitgesproken positieve korrelaties vastgesteld tussen de mijtengroepen onderling.

Deze proeven hebben eveneens aangetoond dat het niet opgaat een bepaald pesticide te katologeren als een nematicide, insekticide of acaricide. De nevenwerkingen van een middel kunnen in bepaalde gevallen belangrijker zijn dan de bekende eigenschappen waarvoor het in de handel werd gebracht. Voor de praktijk is een dergelijk katalogiseren echter verantwoord.

Pesticiden toegepast op een ziek gewas kunnen de kwaliteit van de planten duidelijk verbeteren, ook wanneer de oorzaak noch het herstel volledig kan verklaard worden (cfr. hoofdstuk II). Een pesticide-toepassing op een gezond gewas echter heeft zelden diameter of kwaliteits-toenamen tot gevolg.

Er ligt nog een groot toekomstgebied in partiële bodemontsmetting in de sierplantenteelt, en zeker tot zolang men niet absoluut kan uitmaken of een gewas bodemhygienisch in een optimaal milieu verkeert.

Lijst van de vermelde bestrijdingsmiddelen

aldicarb	- 2-methyl-2-methylthiopropionaldehyde-O- (methyl-carbamoyl) oxim.
aldrin	- 1, 2, 3, 4, 10, 10-hexachloor-1, 4, 4a, 5, 8, 8a-hexahydro-1,4,5,8-dimethanonafaleen (endo-exo-isomeer).
azinfos	- O, O-dimethyl-(3, 4-dihydro-4-oxo-benzoe-1, 2, 3-triazinyl-(3)-methyl) fosforodithioaat.
benomyl	- methyl-N-(1-(butylcarbamoyle)-benzimidazool-2-yl) carbamaat.
carbaryl	- 1-naftyl-N-methylcarbamaat.
chloordaan	- 1,2,4,5,6,7,8,8a-octachloor-2,3,3a,4,7,7a-hexahydro-4,7-methanoindeen.
dazomet	- 3,5-dimethyltetrahydro-2H-1,3,5-thiadiazine-2-thion.
DBCP	- 1, 2-dibroom-3-chloorpropaan.
DD	- dichloorpropeen-dichloorpropaan.
DDT	- 1,1,1-trichloor-2,2-bis (4-chloorfenyl) ethaan.
demeton-S-methyl	- O,O-dimethyl-S-(2-ethylthioethyl)-fosforothioaat.
diazinon	- O,O-diethyl-O-(2-isopropyl-4-methyl-pyrimidinyl-(6)-fosforothioaat.
dicofol	- 1,1-bis (4-chloorfenyl)-2,2,2-trichloorethanol.
dieldrin	- 1,2,3,4,10,10-hexachloor-6,7-epoxy-1,4,4a,5,6,7,8, 8a-octahydro-1,4,5,8-dimethanonafaleen (endo-exo-isomeer).
dimethoat	- O,O-dimethyl (N-methylcarbamoylemethyl) fosforodithioaat.
HCH	- 1,2,3,4,5,6-hexachloorcyclohexaan.
heptachloor	- 1,4,5,6,7,8,8a heptachloor-3a,4,7,7a-tetrahydro-4,7-methanoindeen.
malathion	- O,O-dimethyl-S-(1,2-bis(carbetoxy)ethyl) fosforodithioaat.
methomyl	- S-methyl-N- ((methylcarbamoyle)oxy) thioacetimidaat.

parathion	- O,O-diethyl-O-P-nitrofenyl fosforothioaat.
propoxur	- 2-iso-propoxyfenyl-N-methylcarbamaat.
TCTNB	- 1,3,5-trichloor-2,4,6-trinitrobenzeen.
thiomersalaat	- natriumethylmercurithiosalicylaat.
thiometon	- O,O-dimethyl-(2-ethylthioethyl)-fosforodithioaat.
thionazin	- O,O-diethyl O-(2-pyrazinyl) fosforothioaat.
toxafeen	- gechloreerd camfeen (67-69% chloor).

L I T E R A T U R

- ALLEN M.W. (1964). Nematocides - Plant Pathology (ed. Horsfall and Dimond). Vol. II, 603-638, Academic Press, New York and London.
- ALLOTT D.J. (1963). Recent advances in worm control. Park Administ. 28, (7), 59-61.
- AMBROS W. & G. KNEITZ (1961-62). Die Regenwürmer und ihre waldhygienische Bedeutung. Waldhygiene, 4, 34-53.
- AMERYCKX J. (1960). La pédogenèse en Flandre sablonneuse. Pedologie, 10, 124-190.
- AN DER LAN H. (1962). Histopathologische Auswirkungen von Isektiziden (DDT und Sevin) bei Wirbellosen und ihre cancerogene Beurteilung. Mikroskopie, 17, 85-112.
- AN DER LAN H. & ASPÖCK H. (1962). Zur Wirkung von Sevin auf Regenwürmer. Anz. Schädlingskunde, 35, 180-182.
- ANDRASSY I. (1953). Die Wirkung der verschiedenen Pflanzenarten auf die Zusammensetzung der in der Rhizosphäre lebenden Nematodengemeinschaften. Ann. Hist. Mus. Nat. Hung. 3, 93-99.
- ANDREWARTHA H.G. (1961). Introduction to the study of animal populations. Chicago, The University Press, XVIII + 281 pp.
- ASHWORTH L.J. jr., B.C. LANGLEY & W.H. THAMES jr. (1964). Long-term inhibition of Rhizoctonia solani by a nematocide 1,2-dibromo-3-chloropropane. Phytopathology, 54, 187-191.
- ASPOCK H. (1962). Biologische Eigenschaften des Sevin (1-Naphtyl-N-methylcarbamat). Diss. Innsbruck.
- ATLAVINYTE O. & J. DACIULUTE (1969). The effect of earthworms on the accululation of vitamin B 12 in soil. Pedobiologia, 9, 165-170.
- BAKER E.W. & G.W. WHARTON (1959). An Introduction to Acarology. The MacMillan Company, New York, 456 pp.
- BARKER K.R. & G. WOLF (1964). Parasitism of "southern stock" azaleas in Wisconsin by Tylenchorynchus claytoni, Trichodorus christiei and Meloidogyne incognita. Phytopathology, 54, 887.
- BARKER K.R., G.L. WOLF & A.H. EPSTEIN (1965). Nematodes associated with the decline of azaleas in Wisconsin. Plant Dis. Reporter, 49, 47-49.
- BARKER K.R. & G.L. WOLF (1966). Effect of Nutrients on Nematode activity on Azalea. Phytopathology, 56, 1024-1027.
- BALOGH J., E. DUDICH & J. LOKSA (1952). Produktionsbiologische Untersuchungen über die Arthropoden der Waldböden. Acta biol. Acad. Scient. Hung. III, 295-317.

- BARLEY K.P. (1961). The abundance of earthworms in agricultural land and their possible significance in agriculture. *Advances in Agronomy* - 249-268. Academic Press, New York and London.
- BASSUS W. (1962). Über die Vertikalverteilung und den Massenwechsel der Nematoden in Waldböden Mitteldeutschlands. *Nematologica*, 7, 281-293.
- BASSUS W. (1967). Der Einfluss von Meliorations- und Düngungsmaßnahmen auf die Nematodenfauna verschiedenen Waldböden. *Pedobiologia*, 7, 280-295.
- BAUDISSION F.V. (1952). Die Wirkung von Pflanzenschutzmitteln auf Collembolen und Milben in verschiedenen Böden. *Zool. Jahr. Syst.*, 81, 47-90.
- BAUER K. (1964). Studien über Nebenwirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Bodenfauna. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft Berlin-Dahlem. Heft 112.
- BAWEJA K.D. (1939). Studies on the soil fauna, with special reference to the recolonization of sterilised soil. *J. Anim. Ecol.*, 8, 120-161.
- BERLESE A. (1905). Apparecchio per raccogliere presto ed in gran numero piccoli artropodi. *Redia*, 2, 85-89.
- BLAKE C.D. (1962). Some observations on the orientation of *Ditylenchus dipsaci* and invasion of oat seedlings. *Nematologica*, 7, 177-192.
- BLUNCK H. (1949). Handbuch der Pflanzenkrankheiten (Sorauer) Tierische Schädlinge an Nutzpflanzen - 427 pp. Paul Parey in Berlin und Hamburg.
- BOCHOW H. (1965). Bodenmüdigkeit. *Phytopathologie und Pflanzenschutz* (ed. Klinkowski, Mühle u. Rheinmuth). Vol. I, 292-300, Akademie Verlag, Berlin.
- BOETTGER C.R. (1929). Eingeschleppte Tiere in Berliner Gewächshäuser. *Z. Morph. u. Okol. d. Tiere*, 15, 674-704.
- BOETTGER C.R. (1932). Die Besiedlung neu angelegter Warmhäuser durch Tiere. *Z. Morph. u. Okol. d. Tiere*, 24, 394-407.
- BÖHM O. (1958). Der brave Ackerer Regenwurm. *Pflanzenart. Wien*, 11, 52-53.
- BORNEBUSCH C.H. (1930). The fauna of forest soil. Copenhagen - Nielsen & Ludicke. *Forstl. Forsogsv. Dan.*, 11, 1-224.
- BOWEN G.D. & A.D. ROVIRA (1961). The effects of microorganisms on plant growth. *Plant and Soil*, 15, 166-188.
- BRODIE B.B. (1961). Use of 1,2-dibromo-3-chloropropane as a fungicide against *Pythium ultimum*. *Phytopathology*, 51, 798-799.
- BROWN W.L. (1954). Collembola feeding upon nematodes. *Ecology*, 35, 421.

- BRÜSEWITZ G. (1959). Untersuchungen über den Einfluss des Regenwurms auf Zahl, Art und Leistung von Mikroorganismen im Boden. Arch. Mikrobiol., 33, 52-82.
- BUAHIN C.K.A. & C.A. EDWARDS (1963). The side-effects of toxic chemicals in the soil on arthropods and worms. Rep. Rothampst. Exp. Sta. for 1962 : 156-157.
- BURGES A. (1967). The Decomposition of Organic Matter in the soil. Soil Biology (Burges and Raw), 479-492, Academic Press, London and New York.
- CANCELA DA FONSECA J.P. (1965). L'outil statistique en biologie du sol. I. Distributions de fréquences et tests de signification. Rev. Ecol. Biol. Sol, 2, 299-332.
- CANCELA DA FONSECA J.P. (1966). L'outil statistique en biologie du sol. III. Indices d'intérêt écologique. Rev. Ecol. Biol. Sol, 3, 381-407.
- CLARK F.E. (1949). Soil micro-organisms and plant roots. Advances Agron., 1, 241-88.
- COOKE R.C. (1964). Ecological characteristics of nematode-trapping. Hyphomycetes. II. Germination of conidia in soil. Ann. Appl. Biol. 54, 375-379.
- DARPOUX H. (1960). Biological interference with epidemics. Plant Pathology (ed. Horsfall and Dimond). Vol. III, 421-565, Academic Press, New York and London.
- DARWIN C.R. (1881). The formation of vegetable mould, through the action of worms, with observations on their habits. Murray, London, 326 pp.
- DEBAUCHE H.R. (1958). Problèmes de biocénétique. Rev. Quest. Sci., 129, 58-89.
- DEBAUCHE H.R. (1962). The structural analysis of animal communities of the soil. Progress in Soil Zoology, (ed. Murphy), 10-25.
- DE BOODT M. (1965). Vergelijkende studie van de fysische eigenschappen van kunstmatige bodems en de groei van sierplanten. Pedologie, 15, 159-176.
- DE CONINCK L. (1965). Ecologie de Nématodes libres. Traité de Zoologie (ed. P.P. Grassé), Tome IV, fasc. 2, 387-432. Masson et Cie, Paris.
- DE GRISSE A.T. (1969). Redescription ou modifications de quelques techniques utilisées dans l'étude des nématodes phytoparasitaires. Mededel. Rijksfac. Landbouwwet. Gent, 34, 351-369.
- DE MAESENEER J. (1962). Relations of Trichodorus christiei to dieback of Rhododendron and Azalea (Abstract). Nematologica, 7, 13.
- DE MAESENEER J. & J. D'HERDE (1963). Methoden gebruikt bij het onderzoek naar vrijlevende wortelaaltjes. Landbouwtijdschrift, 16, 441-447.
- DE MAESENEER J. (1967). Nematicide werking van kopersulfaat. Mededel. Rijksfac. Landbouww., 32, 3/4.

- DOANE C.C. (1962). Effects of certain insecticides on earthworms. J. econ. Ent. 55, 416-418.
- DOEKSEN J. (1964). Notes on the activity of earthworms. I. The influence of Rhododendron and Pinus on earthworms. Jaarboek I.B.S., 177-180.
- DONCASTER C.C. (1956). Electronic flash in photomicrography. Nematologica, 1, 51-55.
- DONCASTER C.C. (1962). Natürliche Feinde wirtschaftlich bedeutsamer Schadnematoden. Die Umschau in Wissenschaft und Technik, 14, 443-446.
- DONCASTER C.C. & D.J. HOOPER (1961). Nematodes attacked by protozoa and tardigrades. Nematologica, 6, 333-335.
- DUBASH P.J. & S.S. GANTI (1964). Earthworms and amino acids in soil. Current Sci., 33, 219-220.
- DUDDINGTON C.L. (1956). The predacious fungi : zoopagales and moniliales. Biological Reviews, 31, 152-193.
- DUDDINGTON C.L. (1960). Biological control- Predacious fungi. In : Nematology fundamentals and recent advances with emphasis on plant parasitic and soil forms. (Ed. by J.N. Sasser & W.R. Jenkins) Chapter 45. Chapel Hill : Univ. North Carolina Press.
- DUDDINGTON C.L., EVERARD C.O.R. & C.M.G. DUTHOIT (1961). Effect of green manuring and a predacious fungus on cereal root eelworm in oats. Plant Pathology, 10 (3), 108-109.
- DUNGER W. (1958). Ueber die Zersetzung der Laubstreu durch die Boden-Makrofauna im Auenwald. Zool. Jb. (Syst.), 86, 139-180.
- DUNGER W. (1964). Tiere im Boden. Ziemsen Verlag, Wittenberg-Lutherstadt.
- EDWARDS C.A. & E.B. DENNIS (1960). Some effects of aldrin and DDT on the soil fauna of arable land. Nature, London, 188, 187.
- EDWARDS C.A. & G.W. HEATH (1963). The role of soil animals in breakdown of leaf material. Soil Organisms (Doeksen and Van der Drift), 78-84, North-Holland Publ. Comp., Amsterdam.
- EHRENHARDT H. & H. SCHNEIDER (1955). Toxizitätsstudien an der Collembola Onychiurus armatus Tullb. Zeitschr. angew. Ent., 37, 358-371.
- ESSER R.P. (1967). Foliar and other plant-parasitic nematodes associated with azalea in Florida. Plant Disease Reporter, 51, 46-49.
- EVANS A.C. (1948). Studies on the relationships between earthworms and soil fertility. II. Some effects of earthworms on soil structure. Ann. appl. Biol., 35, 1-13.
- EVANS A.C. & W.J. McL. GUILD (1947). Studies on the relationships between earthworms and soil fertility. I. Biological studies in the field. Ann. appl. Biol., 34, 307-330.

- FORSSLUND K.H. (1938). Beiträge zur Kenntnis Einwirkung der Bodenbewohnenden Tiere auf die Zersetzung des Bodens. I. Über die Nahrung einiger Hornmilben. Meddelandn fran Statens Skogförsöksanstalt, 3, 87-106.
- FOX C.J.S. (1968). Some effects of insecticides on the wireworms and vegetation of grassland in Nova Scotia. Proc. 10th int. Congr. Ent. Ottawa, 3, 297-300. Vermeld door Bauer K., 1964.
- FRANZ H. (1968). L'influence du climat sur la composition des zoocenoses terricoles et sa repercussion sur la formation de l'humus. Pontificiae Academiae Scientiarum Scripta Varia, 32, 615-635.
- FRANZ H. & L. LEITENBERGER (1948). Biologisch-chemische Untersuchungen über Humusbildung durch Bodentiere. Osterr. Zool. Zschr., 1, 498-518.
- FUHRER E. (1961). Der Einfluss von Pflanzenwurzeln auf die Verteilung der Klein arthropoden im Boden, untersucht an Pseudotritia ardua (Oribatei). Pedobiologia, 1, 99-112.
- GAVRILOV K.J. (1963). Earthworms, producers of biologically active substances. Zh. Obshch. Biol. 24, 149-154.
- GHABBOUR S.I. (1966). Earthworms in agriculture : a modern evaluation. Rev. Ecol. Biol. Sol, 3, 259-271.
- GHILAROV M.S. (1963). On the interrelations between soil dwelling invertebrates and soil micro-organisms. Soil Organisms (Doeksen and Van der Drift), 255-259, North-Holland Publ. Comp., Amsterdam.
- GHILAROV M.S. (1965). Some Practical Problems of Soil Zoology. Pedobiologia, 5, 189-204.
- GISIN H. (1960). Collembolenfauna Europas. Museum d'Histoire Naturelle, Genève, 312 p.
- GOFFART H. (1949). Die Wirkung neuartiger insektizider Mittel auf Regenwürmer. Anz. Schadl.kunde, 22, 72-74.
- GREIG-SMITH P. (1964). Quantitative plant ecology. Butterworths, London, 2nd ed., XII + 256 pp.
- GRIGOR'EVA T.G. (1952). The effect on the soil fauna of hexachlorane applied to the soil. Dokl. Vses. Akad. Sel'skhoz. Nauk Lenina, 12, 16-20.
- GROSSMAN F. (1953). Über die Einwirkung von Gründüngung und Vorfrucht auf Ophiobolus graminis. Mitt. biol. Bundesanst. Berlin-Dahlem, H 75, 168-172.
- GUILD W.J. McL. (1955). "Earthworms and soil structure" in Soil Zoology (D.K. McE. Kevan ed.), 83-98, Butterworths, London.
- HALE W.G. (1967). Collembola. Soil Biology (ed. A. Burges & F. Raw), 397-411, Ac. Press. London and New York.
- HAYES A.J. (1963). Studies on the feeding preferences of some Phthiracarid Mites (Acari: Oribatidae). Ent. exp. & appl., 6, 241-256.

- HEATH G.W. (1965). The part played by soil animals in soil formation. In: *Experimental Pedology*, London : Butterworth's : 236-243.
- HEATH G.W. & M.K. ARNOLD (1966). Studies in Leaf Litter Breakdown. I. Breakdown Rates of Leaves of different Species. *Pedobiologia*, 6, 1-12.
- HENDERSON V.E. & H. KATZNELSON (1961). The effect of plant roots on the nematode population of the soil. *Canad. J. Microbiol.*, 7, 163-167.
- HEUNGENS A. (1965). Bijdrage tot de studie van de regenwormfauna in azalea-serres. *Biol. Jaarboek*, 33, 383-402.
- HEUNGENS A. (1966). Bestrijding van regenwormen in sparregrond en in vitro. *Mededel. Rijksfac. Landbouwwet.*, Gent, 31, 329-342.
- HEUNGENS A. & A. ROTTI (1970). Beschouwingen nopens het nemen van monsters bij bodemfaunistische potproeven. *Mededel. Rijksfac. Landbouwwet.*, 35, 153-160.
- HEWITH W.B., D.J. RASKI & A.C. GOHEEN (1958). Nematode vector of soil-borne fan leaf virus of grapevines. *Phytopathology*, 48, 586-595.
- HILTNER L. (1904). Über neuere Erfahrungen und Probleme auf dem Gebiete der Bodenbakteriologie unter besonderer Berücksichtigung der Gründüngung und Bracke. *Arb. Deut. Landw.-Ges.*, 98, 59-78.
- HOPKINS A.R. & V.M. KIRK (1957). Effect of several Insecticides on the English Red Worm. *J. econ. Ent.*, 50, 699-700.
- HOPP H. & H.T. HOPKINS (1946). Earthworms as a factor in the formation of water stable aggregates. *J. Soil and Water Cons.* 1, 11-13.
- HOY J.M. (1955). Toxicity of some hydrocarbon insecticides to earthworm. *New Zealand J. Sci. Technol. (Sect. A)*, 37, 367-372.
- HUGHES T.E. (1959). *Mites or the Acari*. University of London. Athlone Press.
- HUTCHINSON S.A. & M. KAMEL (1956). The effect of earthworms on the dispersal of soil fungi. *J. Soil. Sci.*, 7, 213-218.
- HUTCHINSON M.T. & H.T. STREU (1960). Tardigrades attacking nematodes. *Nematologica*, 5, (2), 149.
- HYCHE L.L. (1956). Control of mites infesting earthworm beds. *J. econ. Ent.*, 49, 409-410.
- JACOT A.P. (1936). Spruce litter reduction. *Cand. Ent.*, 68, 31.
- JACOT A.P. (1939). Reduction of spruce and fir litter by minute animals. *J. For.*, 37, 858-860.
- JEGEN G. (1920). Die Bedeutung der Enchytraeiden für die Humusbildung. *Landw. Jahrb. Schweiz*, 34, 55-71.
- JENKINS W.R. (1956). Decline of azaleas, a possible new nematode disease. *Maryland Florist*, 35, 1-2.

- KAMAT D.N. (1962). Ascorbic acid in earthworms (*Pheretima elongata*) and lamellibranches (*Lamellideus corrianus*) : A histochemical study. J. Univ. Bombay 30B : 69-72
- KARG W. (1961). Okologische Untersuchungen von edaphischen Gamasides (Acarina, Parasitiformes). Pedobiologia, 1, 53-98.
- KATZNELSON H., A.G. LOCHHEAD & M.I. TIMONIN (1948). Soil micro-organisms and the rhizosphere. Botan. Rev. 14, 543-87.
- KEMPSON D., M. LLOYD & R. GHELARDI (1963). A new extractor for woodland litter. Pedobiologia, 3, 1-21.
- KHAMBATA S.R. & J.V. BHATT (1957). A contribution to the study of the intestinal microflora of Indian earthworms. Arch. Mikrobiol., 28, 69-80.
- KLEMMER H.W. (1957). Response of bacterial, fungal and nematode populations of Hawaiian soils to fumigation and liming. Proc. Soc. Am. Bacteriol., 57, 12.
- KOZLOVSKAYA L.S. & ZDHANNIKOVA (1963). The interaction of earthworms and soil microflora. In : Bogged Forests and Bogs of Siberia, Moscow Acad. Nauk SSSR : 183-217.
- KOZLOVSKAYA L.S. (1964). The role of soil organisms in the decompositions of plant residues in peat. Dokl. sib. Pochv. Sib. Otd. Akad. Nauk, 74-84. (1966). Abstract in "Soils and Fertilisers", 2571.
- KOZLOVSKAYA L.S. et al. (1964). Effect of invertebrates on decomposition of raised bog, sphagnum soil. Izv. Sib. Otd. Akad. Nauk SSSR, 12. (1966). Abstract in "Soils and Fertilisers", 1858.
- KREUTZER W.A. (1963). Selective toxicity of chemicals to soil microorganisms. Annual review of phytopathology, 1, 101-126.
- KUBIENA W.L. (1953). The soils of Europe. Murby, London.
- KUBIENA W.L. (1955). Animal activity in soils as a decisive factor in establishment of humus forms. Soil Zoology (D.K. McE. Kevan) 73-82, Butterworths, London.
- KUC J., E.B. WILLIAMS & J.R. SHAY (1957). Increase of resistance to apple scab following injection of host with phenylthiourea and D-phenylalanine. Phytopathology, 47, 21-22.
- KÜHN H. (1959). Zum Problem der Wirtsfindung phytopathogener Nematoden. Nematologica, 4, 165-171.
- KÜHNELT W. (1950). Bodenbiologie. Verlag Herold, Wien, 368 pp.
- KUIPER K. (1958). Parasitering van aaltjes door protozoën. Tijdschr. Plantenziekten, 64, 122.
- KURCEVA G.F. (1964). Wirbellose Tiere als Faktor der Zersetzung von Waldstreu. Pedobiologia, 5, 7-30.

- LABRUYERE R.E., H. DEN OUDEN & J.W. SEINHORST (1959). Experiments on interaction of *Hoplolaimus uniformis* and *Fusarium oxysporum* F. pisi race 3 and its importance in 'Early Yellowing' of peas. *Nematologica*, 4, 336-343.
- LAVERACK M.S. (1963). The physiology of earthworms. Pergamon Press. Oxford-London, 206 pp.
- LAWRENCE W.J.C. (1955). Soil Sterelization. George Allen & Unwin. Ltd. London. 171 pp.
- LE BORGNE L. (1966). Etude de l'action de quelques nématocides sur la microflore tellurique. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 3, 179-221.
- LINFORD M.B. & J.M. OLIVEIRA (1937). The feeding of hollow spear nematodes on other nematodes. *Science*, 85, 295-297.
- LIPA J.J. (1958). Effect on earthworms and diptera populations of BHC dust applied to soil. *Nature*, 181, 863.
- LOWNSBERY B.F. & D.R. VIGLIERCHO (1958). Mechanisms of accumulation of *Meloidogyne hapla* around roots of tomato seedlings. *Phytopathology*, 48, 395.
- LOWNSBERY B.F. & D.R. VIGLIERCHO (1960). Mechanisms of accumulation of *Meloidogyne incognita acrita* around tomato seedlings. *Phytopathology*, 50, 178.
- LUCAS G.B., J.N. SASSER & A. KELMAN (1955). The relation ship of root knot nematodes to Granville wilt resistance in tabacco. *Phytopathology*, 45, 537.
- MAC FADYEN A. (1955). A comparison of methods for extracting soil arthropods. *Soil Zoology* (ed. D.K. McE. Kevan), 315-332, Butterworths, London.
- MICHAELSEN W. (1931). Die Oligochaeten Belgiens. *Bull. Mus. royal Hist. nat. Bruxelles VII*, n°4.
- MULLER P.M. & J.F. AHRENS (1964). Effect of an herbicide, a nematicide, and a fungicide on *Rhizoctonia* infestation of *Taxus*. *Phytopathology*, 54, 901.
- MORRISON H.E. & H.H. CROWELL (1954). Control of insect pests of potato tubers. *Oregon Agric. Except. Sta. Circ. Inform.* 538.
- MOUNTAIN W.B. & Z.A. PATRICK (1959). The peach replant problem in Ontario. 7. The prothogenicity of *Pratylenchus penetrans* (Cobb, 1917). *Filip & Stek*, 1941. *Canad. J. Bot.*, 37, 459-470.
- MUHLMANN R. & C. SCHRADER (1957). Hydrolyse der insektiziden Phosphorsaure-ester. *Z. Naturforsch.* 12b, 196-208.
- MÜLLER G. (1965). *Bodenbiologie*. Veb Gustav Fisher Verlag, Jena, 889 p.
- MURPHY P.W. (1953). The biology of forest soils with special reference to the mesofauna or meiofauna. *J. Soil. Sci.* 4, 155-193.

- MURPHY P.W. (1955). Ecology of the fauna of forest soils. *Soil Zoology* (D.K.McE. Kevan), 99-124, Butterworths, London.
- MURPHY P.W. (1962). Extraction methods for soil animals. I. Dynamic methods with particular reference to funnel processes. *Progress in Soil Zoology* (ed. P.W. Murphy) 75-114, Butterworths, London.
- NAGLITSCH F. (1965). Methodische Untersuchungen über den Einflub von Bodenarthropoden auf die Humifizierung organischer Substanzen. *Pedobiologia*, 5, 50-64.
- NIELSEN C. OVERGARD (1949). Studies on the Soil Microfauna II. The soil inhabiting nematodes. *Nature Jutlantica*, II, 1-131.
- NOORDHAM D. & DE VliegER-VAN DER VAART (1943). Een onderzoek naar de samenstelling en betekenis van de fauna van Eikenstrooisel. *Ned. Boschbouw. Tijdschrift*, 16, 470-492.
- O'CONNOR F.B. (1955). Extraction of enchytraeid worms from a coniferous forest soil. *Nature*, 175, 815-816.
- O'CONNOR F.B. (1962). The extraction of Enchytraeidae from soil. *Progress in Soil Zoology* (ed. P.W. Murphy), 279-285, Butterwoths, London.
- O'CONNOR F.B. (1967). The Enchytraeidae. *Soil Biology* (ed. A. Burges & F. Raw), 213-157. Academic Press, London and New York.
- OMODEO P. (1956). Contributo alla revisione dei Lumbricidae. *Arch. Zool. Ital.*, 41, 129-212.
- OORT A.J.P. & VAN ANDEL O.M. (1960). Aspects of Chemotherapy. *Mededel. Landbouwhog. Opzoekst. Staat, Gent*, 25, 981-992.
- PAPE H. (1955). Krankheiten und Schädlinge der Zierpflanzen und ihre Bekämpfung. 97-98, Paul Parey, Berlin und Hamburg.
- PARAMONOV A.A. (1968). Plant Parasitic. Nematodes. (ed. K. Skrjabin). *Akademiya Nauk SSSR* -390 pp.
- PARK D. (1963). The ecology of soil-borne fungal disease. *Annual revieww of phytopathology*, 1, 241-258.
- PARKINSON D. (1967). Soil micro-organisms and plant roots. In "*Soil Biology*", ed. Burges and Raw, 449-478.
- PARLE J.N. (1963). Microorganisms in the intestine of earthworms. *J. Gen. Microbiol.*, 31, 1-11.
- PEACHEY J.E. (1962). A comparison of two techniques for extracting enchytraeidae from moorland soils. *Progress in Soil Zoology* (ed. P.W. Murphy). 286-2293
- PEACOCK F.C. (1959). The development of a technique for studying the host parasite relationship of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* under controlled conditions. *Nematologica*, 4, 43-55.
- PEACOCK F.C. (1961). A note on the attractiveness of roots to plant parasitic nematodes. *Nematologica*, 6, 85-86.

- PEREL T.S., L.O. KARPACEVSKY & S.V. JEGOROVA (1966). Experimente zur Untersuchung des Einflusses von Regenwürmern auf die Streuschicht und den Humushorizont von Waldböden. *Pedobiologia*, 6, 269-276.
- PERRY V.G. (1958). Parasitism of two species of dogger nematode (*Xiphenema americanum* and *X. chambersi*) to strawberry. *Phytopathology*, 48, 420-423.
- PETERS B.C. (1955). A note on handling and processing nematodes. *Soil Zoology* (ed. D.K.McE. Kevan), 417-418, Butterworths, London.
- PETERS B.C. (1955). Soil inhabiting nematodes. *Soil Zoology* (ed. D.K. McE Kevan), 44-54, Butterworths, London.
- PITCHER R.S. (1963). Role of plant-parasitic nematodes in bacterial diseases. *Phytopathology*, 53, 35-39.
- PLATE H.P. & E. FROMMING (1953). Die tierische Schädlinge unserer Gemüchshauspflanzen, 31-35, Duncker und Humblot, Berlin.
- PONOMOREVA S.I. (1962). Die Bedeutung der biologischen Faktoren für die Steigerung der Fruchtbarkeit rasenpodsoliger Böden. *Z. Pflanzenernährung Düngung Bodenkunde*, 97, 205-215.
- POOLE T.B. (1961). An ecological study of the Collembola in a coniferous forest soil. *Pedobiologia*, 1, 113-137.
- POP V. (1940-41). Zur Phylogenie und Systematik der Lumbriciden. *Zool. Jb. Abt. Syst.* 74.
- POWELL N.T. (1963). The role of plant-parasitic nematodes in fungus diseases. *Phytopathology*, 53, 28-35.
- RASKI D.J. & W.B. HEWITT (1963). Plant parasitic nematodes as vectors of plant viruses. *Phytopathology*, 53, 38-47.
- RAW (1959). Estimating earthworm populations using formaline. *Nature*, 184, 1961-62. London.
- RHEINMUTH E. (1963). Phytopathologische Probleme auf dem Gebiet der Bodenfruchtbarkeitsforschung. *Wissensch. Zeitschr. Univ. Rostock*, 12, 2, 269-277.
- RICHTER G. (1953). Die Auswirkung von Insektiziden auf die terricole Makrofauna. *Nachr. Bl. d. Dtsche. Pflanzenschutzdienst (Ostzone)*, 7.
- RIHA G. (1951). Zur Ökologie der Oribatiden in Kalksteinboden. *Zool. Jb. (Syst.)* 80, 407-450.
- RITTER M. (1965). Sous-Classe des Secernata. *Traité de Zoologie* (ed. F.P. Grassé) Tome IV, 3e fasc., 811-813.
- ROBERTS J.L. & ROBERTS E. (1939). Auxin production by soil micro-organisms. *Soil. Sci.*, 48, 135-139.
- ROCKETT C.L. à J.P. WOODRING (1966). Oribatid Mites as Predators of Soil Nematodes. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 59, 669-671.
- RONDE G. (1960). Die Regenwürmer süddeutscher Waldböden. *Allgemeine Forstzeitschrift*, 15, 265-269.

- ROOS A. (1964-65). Voetziekte bij Azalea indica L. Verslagen Onderzoeken IWONL (Centrum voor de Studie van de Sierplantenteelt).
- ROOS A. (1966-69). Samenvattend overzicht van onderzoek diverse sierplanten. Verslagen Onderzoeken IWONL (Centrum voor de Studie van de Sierplantenteelt).
- ROVIRA A.D. (1962). Plant root exudates in relation to the rhizosphere microflora. Soils Fertilisers, 25, 167-172.
- ROULET M.A. (1954). Vitamins of the soil and their action upon plants, Mitt. Gebiete Lebensm. Hygn., 45, 12-15.
- RUSSELL E.J. (1920). The partial sterilization of soils. J. Roy. Hort. Soc., 45, 237-246.
- RUSSELL E.W. (1950). Soil conditions and plant growth. 8th edition Longmans, Green and Co. London, New York, Toronto. 634 pp.
- RUSSELL E.W. & H.B. HUTCHINSON (1913). The effect of partial sterilisation of soil on the production of plant food. Part. II. The limitation of bacteria J. Agr. Sci., 5, 152-221.
- SADASIVAN T.S. & C.V. SUBRAMANIAN (1960). Interaktion of Pathogen, Soil, other Mikroorganisms in the soil and Host. In "Plant Pathology" (ed. Horsfall and Dimond), vol. II, 273-313. Academic Press, New York and London.
- SATCHELL J.E. (1955). Some aspects of earthworm ecology. Soil Zoology, 5, 180-201.
- SATCHELL J.E. (1967). "Lumbricidae" in Soil Biology (A. Burges & F. Raw ed.) 259-322. Academic Press. London and New York.
- SAUERLANDT W., M. MARZUSCH-TRAPPMAN (1959). Der Einfluss der organischen Düngung auf die Besiedlungsdichte der Enchytraeiden im Ackerboden. Z. Pflanzenernähr. Düngung Bodenkde, 86, 250-257.
- SCHAEFERFENBERG B. (1950). Untersuchungen über die Bedeutung der Enchytraeiden als Humusbildner und Nematodenfeinde. Z. Pflanzenkrankh. und Pflanzenschutz, 57, 183-191.
- SCHAEFERFENBERG B. & H. TENDL (1951). Untersuchungen über das Verhalten der Enchytraeiden gegenüber dem Zuckerrüben nematoden Heterodera schachtii. Z. angew. Ent. 32, 476-488.
- SCHEERLINCK H., J. BAUMANN, F. DE SOMER, A. HAERENS & A. VAN LAERE (1938). De azalea indica L. in "Tuinbouwenencyclopedie". De Sikkel, Antwerpen. 527 pp.
- SCHMITT F. (1956). Experimentelle Untersuchungen über das Verhalten von Hexachlorcyclohexan und Aldrin im Boden unter besonderer Berücksichtigung von Wirkungsdauer Beeinflussung der Kleintierfauna und Geschmacksbeeinträchtigung von Bodenfrüchten. Diss. Hohenheim.
- SCHÖNBECK F. & G. BRÜSEWITZ G. (1957). Untersuchungen über den Abbau phytotoxischer Substanzen durch Lumbricus terrestris. Naturwiss., 44, 42.

- SCHREAD J.C. (1952). Habits and control of Oriental earthworm. Connecticut agr. Stat. Bull. 556, 3-15.
- SCHUSTER R. (1955). Untersuchungen über die bodenbiologische Bedeutung der Oribatiden. Naturwissenschaften, 42, 108.
- SCHUSTER R. (1956). Der Anteil der Oribatiden an der Zersetzungsvorgängen im Boden. Z. Morph. Oekol. Tiere, 45, 1-33.
- SHARMA G.D. & D.K. McE. KEVAN (1963). Observations on *Isotoma notabilis* (Collembola, Isotomides) in Eastern Canada, Pedobiologia, 3, 34-47.
- SHAWLOVSKII G.M. (1954). The part played by microorganisms of the rhizosphere in providing plants with vitamins. Abstr. in Soils and Fertilisers, 17, 339.
- SHEALS J.G. (1955). The effects of DDT and BHC on soil Collembola and Acarina. Soil Zoology (ed. D.K.McE. Kevan), 241-250. Butterworths, London.
- SHEALS J.G. (1956). Soil populations studies. I. The effects of cultivation and treatment with insecticides. Bull. Ent. Res. 47, 803-822.
- SHEPHERD A.M. (1956). A short survey of Danish Nematophagous fungi. Friesia, Copenhagen, 5, 385-408.
- SHER S.A. (1958). The effect of nematodes on azaleas. Plant Dis. Reporter, 42, 84-85.
- SIMONART P. & R. BOYSSE (1954). Bacteries et acides aminés libres dans le sol, Trans. V. Int. Congrès. Soil. Sci., 3, 136-140.
- SIMONART P. & F. PEETERS (1954). Acides aminés libres dans l'humus. Trans. V. Int. Congrès. Soil. Sci., 3, 132-135.
- SNEDECOR G.W. & W.G. COCHRAN (1967). Statistical Methods. The Iowa State University Press, 593 pp.
- STARKEY R.L. (1958). Interrelations between micro-organisms and plant roots in the rhizosphere. Bacteriol. Rev., 22, 154-172.
- STEGEMAN L.C. (1964). The effects of the Carbamate Insecticide Carbaryl upon Forest Soil Mites and Collembola. Journ. Econ. Ent. 57, 803-808.
- STEINER G. (1953). Plant nematodes the grower should know. 4th Proc. Soil Soc. Fla.
- STEWART W.S., M.G. KEYES & M.S. ANDERSON (1942). Extraction of auxin from virgin soils, Soil Sci., 53, 299-308.
- STEWART R.N. & A.F. SCHINDLER (1956). The effect of some ectoparasitic and endoparasitic nematodes on the expression of bacterial wilt in carnations. Phytopathology, 46, 219-222.
- STOCKLI A. (1949). Der Einfluss der Mikroflora und Fauna auf die Beschaffenheit des Bodens. Z. Pfl. Ernähr. Düng. Bodenk., 45, 41-53.
- STÖRMER K. (1907). Über die Wirkung des Schwefelkohlenstoffs und ähnlicher Stoffe auf den Boden. Jahresber. Verein. Angew. Botan., 5, 113-131.

- TETRY A. (1940). Les Oligochètes de Belgique. Med. v.h. Kon. Nat. Mus. v. België, XVI n°31, Brussel.
- THORNE G. (1927). The life history, habits and economic importance of some Mononchs. F. agric. Res., 34, (3), 265-286.
- THORNE G. (1940). Dubosquia penetrans n. sp. (Sporozoa; Microsporidia, Nosematidae) a parasite of the nematode Pratylenchus pratensis (de Man) Filipjev. Helm. Soc. Wash., 7, 51-53.
- TIEDJENS V.A. (1952). Soil use of insecticides. Agric. Chem., Baltimore, 7, 45-47, 118-120.
- TISCHLER W. (1949). Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. Friedr. Vieweg und Sohn, Braunschweig.
- TRACEY J.N. (1951). Cellulase and Chitinase of earthworms. Nature, 167, 776-777.
- TULLGREN A. (1918). Ein sehr einfacher Auslese apparat für terricole Tierformen. Z. angew. Ent., 4, 149-190.
- VAN ANDEL O.M. (1966). Amino acids and plant diseases. Ann. Rev. Phytopathology, 4, 349-368.
- VAN DEN BRANDE J. & A. HEUNGENS (1969). Influence of repeated applications of nematicides on the soil faune in begonia culture. Neth. J. Pl. Path., 75, 40-44.
- VAN DER DRIFT (1951). Analysis of the animal community in a beech forest floor. Mededel. Inst. toegep. biol. Onderz. Nat., 9, 1-168.
- VAN DER DRIFT J. (1963). The disappearance of litter in mull and mor in connection with weatherconditions and the activity of the macrofauna. Soil Organisms (Doeksen & Van der Drift), 125-133, North Holland Publ. Comp. Amsterdam.
- VAN DER DRIFT J. (1965). De effecten van dierlijke aktiviteit in de strooisellaag. Vakblad voor Biologen, 2, 25-31.
- VAN DER HAMMEN L. (1952). The Oribatei (Acari) of the Netherlands. Leiden E.J. Brill, 139 pp.
- VAN DER LAAN P.A. (1953). Een schimmel als parasiet van de cyste inhoud van het aardappelcystenaaltje (Heterodera rostochiensis Wollenw.). Tijdschr. Plantenziekten, 59 (3), 101-103.
- VAN DER LAAN P.A. (1956). Onderzoekingen over schimmels, die parasiteren op de cysten inhoud van het aardappelcystenaaltje (Heterodera rostochiensis Wollenw.). Tijdschr. Plantenziekten, 62 (6), 305-321.
- VAN RHEE J.A. (1965). Earthworm activity and plant growth in artificial cultures. Plant and soil, 22, 45-48.
- VOGEL W. & BERNET (1958). Das Wurzelsterben bei Azaleen, eine durch Nematoden verursachte Krankheit. Schweizerisch Gartenbau-Blatt, 79, 292.

- WALKINSHAW C.H., G.D. GRIFFIN & R.H. LARSON (1961). *Trichodorus christiei* as a vector of potato ring spot (tobacco rattle) virus. *Phytopathology*, 51, 806-808.
- WALLACE H.R. (1960). Movement of eelworms. VI. The influence of soil type, moisture gradients and host plant roots on the migration of the potato root eelworm *Heterodera rostochiensis* Wollenweber. *Ann. appl. Biol.*, 48, 107-120.
- WALLACE H.R. (1963). *The Biology of Plant Parasitic Nematodes*. Edward Arnold Ltd. London, 280 pp.
- WALLWORK J.A. (1958). Notes on the feeding behaviour of some forest soil Acarina. *Oikos*, 9, 260-271.
- WALLWORK J.A. (1967). *Acari. Soil Biology* (ed. A. Burges & F. Raw), 363-395, Ac. Press. London and New York.
- WARCUP J.H. (1957). Chemical and biological aspects of soil sterilisation. *Soils and Fertilisers*, 20, 1-5.
- WATERS R.A.S. (1951). In K.P. Barley. *Advances in Agronomy*, 249-268, Academic Press, New York and London (1961).
- WEBER G. (1953). Die Makrofauna leichter und schwerer Ackerböden und ihre Beeinflussung durch Pflanzenschutzmittel. *Z. f. Pflanzennährung, Düngung u. Bodenkunde*, 61,
- WENT J.C. (1963). Influence of earthworms on the number of bacteria in the soil. *Soil Organisms* (Doeksen & Van Der Drift), 260-265, North Holland Publ. Comp. Amsterdam.
- WILCKE D.E. (1953). Über die vertikale Verteilung der Lumbriciden im Boden. *Zeitschr. Morphol. Oekol. Tiere*, 41, 372-385.
- WILCKE D.E. (1956). Der Einfluss der Düngung auf die Regenwürmer. *Kalibriefe*, 7 S.
- WILCKE D.E. (1962). Untersuchungen über die Einwirkung von Stallmist und mineralischer Düngung auf die Besiedlung und die Leistungen der Regenwürmer im Ackerboden. *Sonderband d. Zeitschr. f. angew. Ent.*, 119-165.
- WILCKE D.E. (1967). *Oligochaeta*. In "Die Tierwelt Mitteleuropas" Band I, Lief. 7a, Verlag van Quelle & Meger, Leipzig, 161 pp.
- WILHELM S. (1966). Chemical Treatment and Inoculum Potential of Soil. *Annual review of Phytopathology*, 4, 53-78.
- WILLMANN C. (1931). Moosmilben oder Oribatiden (Oribatei). In "Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile" 22. Teil, 79-200, Gustav Fischer Verlag, Jena.
- WINSLOW R.D. (1964). Soil nematode population studies. *Pedobiologia*, 4, 65-76.

- WINSLOW R.D. & T.D. WILLIAMS (1957). Amoeboid organisms attacking larvae of the potato root eelworm (*Heterodera rostochiensis* Woll.) in England and the beet eelworm (*H. schachtii* Schm.) in Canada. *Tijdschr. Plantenziekten*, 63, 242-243.
- WINTER A.G. & L. WILLEKE (1951). Über die Aufnahme von Antibiosis durch höhere Pflanzen und ihre Stabilität in natürlichen Boden. *Naturwissenschaften*, 38, 457-458.
- WITTICH W. (1963). Bedeutung einer leistungsfähigen Regenwurmfauna unter Nadelwald für Streuzersetzung, Humusbildung und allgemeine Bodendynamik. *Schriftenreihe Forstl. Fak. Univ. Goettingen*, 30, 3-60.
- WOOLLEY T.A. (1960). Some Interesting Aspects of Oribatid Ecology (Acarina). *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 53, 251-253.
- YOKOE Y. & J. YASUMASU (1964). The distribution of Cellulase in invertebrates. *Comp. Biochem. Physiol.*, 12, 323-338.
- ZRAZEVSKIJ A.J. (1957). Regenwürmer als Faktor der Fruchtbarkeit von Waldböden. Kiev, 135 pp.
- ZWILLENBERG I.O. (1953). *Theratromyxa weberi* a new proteomyxean organism from soil. *Anthonie v. Leeuwenhoek*, 19, 101-116.